T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI | ORTAÖĞRETİM | DERS KİTABI

FİZİK

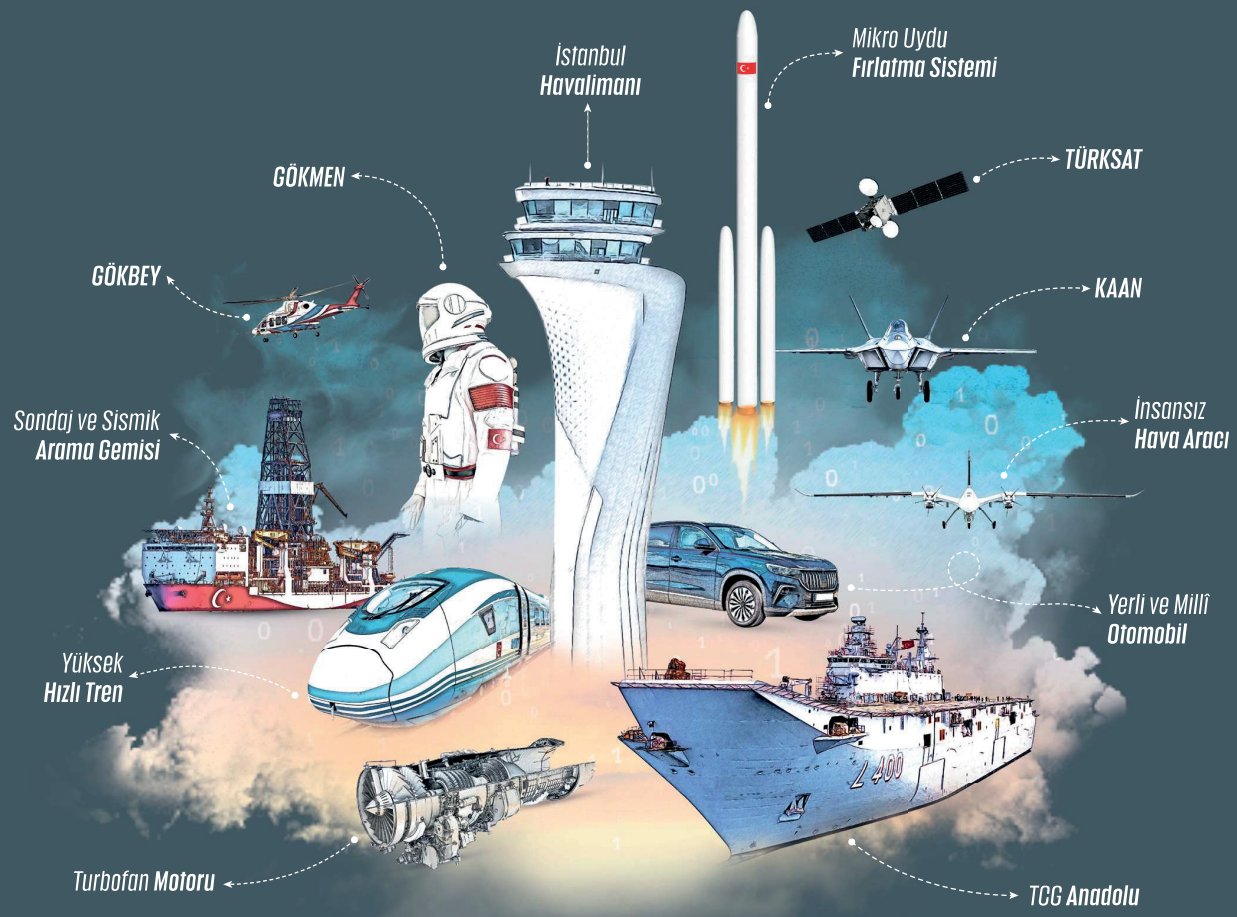
10. SINIF

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

ORTAÖĞRETİM

FİZİK

10. Sınıf

Ders Kitabı

Yazarlar

Dr. Gülbeden ÇAKMAK
Fatime DOĞAN ŞAHİN
Gülsen ŞEN
Latif ERKOÇ
Metin CANDEMİR
Nezir TORUL
Pınar YEŞİL
Seçil YILMAZ
Selda ELMAS
Yasemin ATMACA
Zühal AYDIN

DEVLET KİTAPLARI
Kitabın Basıldığı Matbaa Adı, 2025

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 10143
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ..... : 2176

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri **kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz.**

Editörler
Prof. Dr. Eralp BAHÇİVAN
Doç. Dr. Ali ÇETİN
Doç. Dr. Haki PEŞMAN

Dil Uzmanı
Hanife YOLCU

Görsel Tasarımcılar
Gökhan OSKAY
İhsan Kubilay AVŞAR

Program Geliştirme Uzmanı
Tuğba DEMİR

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Elif AY EMANET

Rehberlik Uzmanı
Özlem TEKİN

Çoklu Ortam Tasarımcıları
Mehmet YÖNYÜL
Sadık TURAN

Baskı
Baskı Matbaanın Adı ve
Ticaret Ünvanı
Tel: (0000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-8918-9

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 30.06.2025 gün ve 135558975 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilmiştir.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

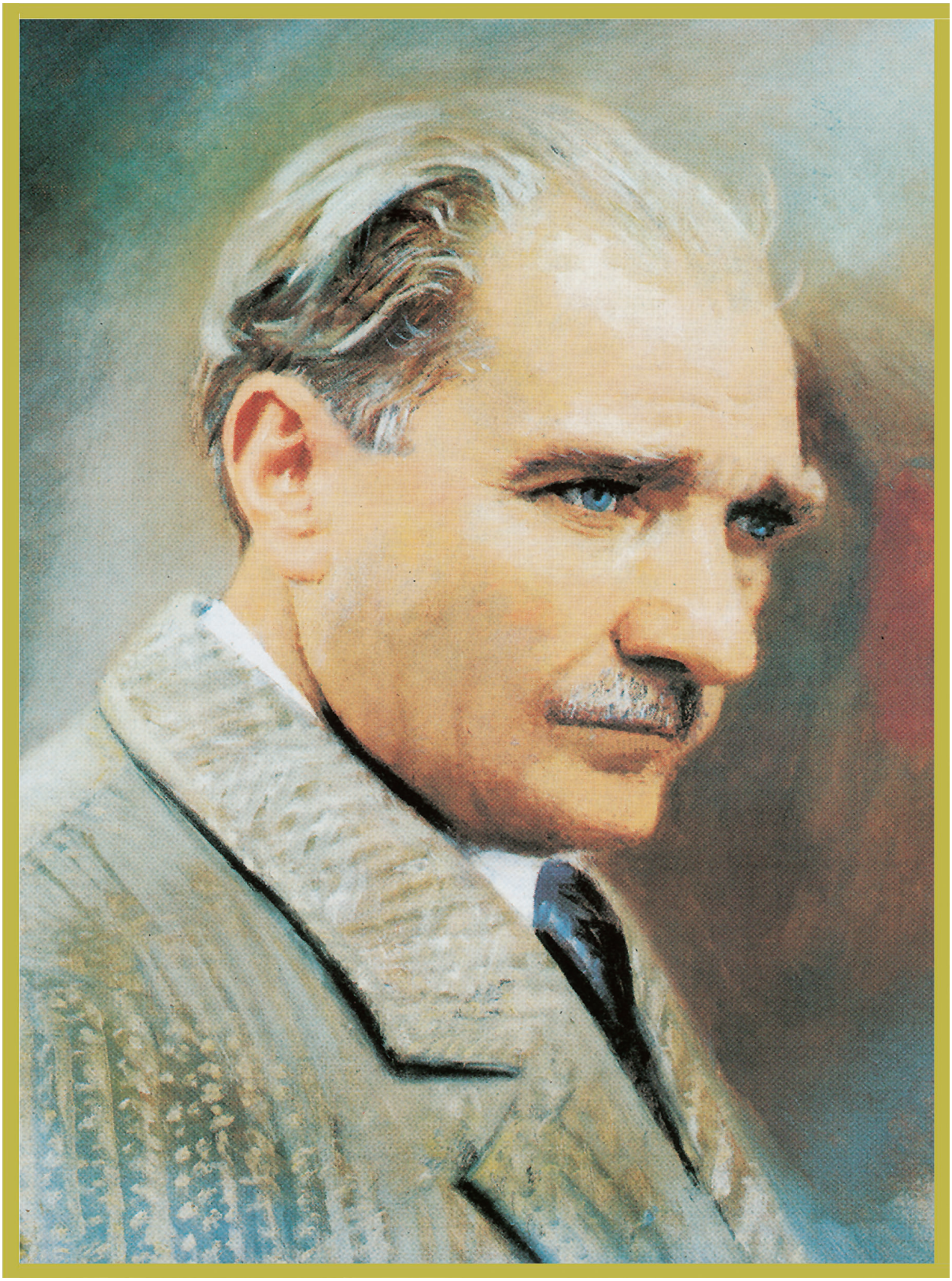
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

Kitabın dijital kopyalarında yer alan "İçindekiler" sayfasında başlıklar ve alt başlıklar üzerine tıklayarak ilgili sayfalara, iç sayfalarda ise başlık isimleri üzerine tıklayarak "İçindekiler" sayfasına ulaşabilirsiniz.

İçindekiler

Kitabın Tanıtımı 9
Laboratuvar Güvenlik ve Uyarı İşaretleri 11
Laboratuvar Kuralları 11

1. Ünite **Kuvvet ve Hareket** 12

1.1. Sabit Hızlı Hareket 16

1.2. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket 33
A) İvme ve Hız Değişimi Arasındaki İlişki 33
B) Yatay Doğrultuda Sabit İvmeyle Hareket Eden Cisimlerin Hareketi 43

1.3. Serbest Düşme 60
A) Düşey Doğrultuda Cisimlerin Sahip Olduğu İvme 60
B) Serbest Düşme Hareketi 67

1.4. İki Boyutta Sabit İvmeli Hareket 78
1. Ünite Ölçme ve Değerlendirme 95

2. Ünite **Enerji** 106

2.1. İş, Enerji ve Güç 110
A) Kuvvet-Yer Değiştirme Grafiği Kullanılarak İş Kavramının Tanımlanması 110
B) İş, Enerji ve Güç Kavramları Arasındaki İlişki 127

2.2. Enerji Biçimleri 143

2.3. Mekanik Enerji 154

2.4. Enerji Kaynakları 171
2. Ünite Ölçme ve Değerlendirme 187

3. Ünite **Elektrik** 196

3.1. Basit Elektrik Devreleri 200

3.2. Elektrik Akımı 209

3.3. Ohm Yasası 215

3.4. Dirençlerin Bağlanması 223

3.5. Üreteçlerin Bağlanması 242
3.6. Elektrik Akımının Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Önlemler 250
3.7. Topraklamanın Önemi 254
3. Ünite Ölçme ve Değerlendirme 259

4. Ünite Dalgalar 270

4.1. Dalgaların Temel Kavramları 274
4.2. Dalgaların Sınıflandırılması 283
4.3. Dalgaların Yayılma Süratini Etkileyen Etmenler 291
4.4. Periyodik Hareketler 300
4.5. Su Dalgalarında Yansıma ve Kırılma 309
4.6. Rezonans ve Deprem 323
A) Rezonans ve Depremle İlgili Kavramlar 323
B) Depremle İlgili Bilimsel Model Oluşturabilme 332
4. Ünite Ölçme ve Değerlendirme 339

Sözlük 348
Cevap Anahtarları Karekodu 350
Kaynakça 350
Görsel, Genel Ağ ve E-İçerik Kaynakçası Karekodu 350
Türkiye'nin Mülki İdare Bölümleri ile Kara ve Deniz Komşuları Haritası 351
Türk Dünyası Haritası 352

Kitabın Tanıtımı

Kitap ünitelerden oluşmaktadır. Her ünitenin başında ünite kapak sayfası yer almaktadır.

Ünite kapaklarında ünitenin adı, içerik çerçevesi, anahtar kavramlar, öğrenciden beklenen öğrenme kanıtları, ünite sonunda öğrenciden yapması beklenen görev ya da sorumluluklar hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca ünite ile ilgili sunum ve diğer e-içeriklere yönlendiren karekodlar bulunmaktadır.

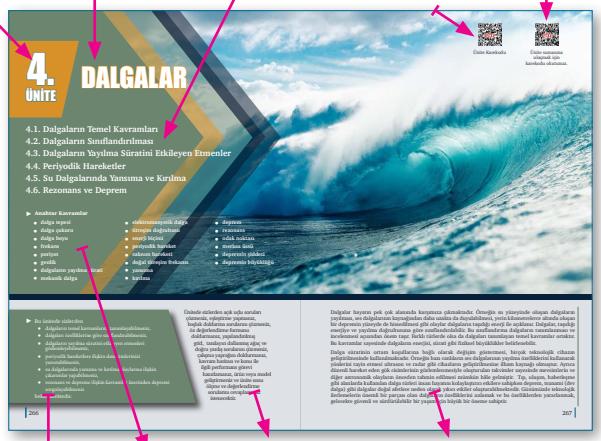
Kitap genelinde kullanılan tüm karekodlar akıllı cihazlarla okutularak ya da kitabın dijital kopyalarında karekod üzerine tıklanarak kitaba ait e-içeriklere ulaşılabilmektedir.

Ünite numarası

Ünite adı

Ünite içerik çerçevesi

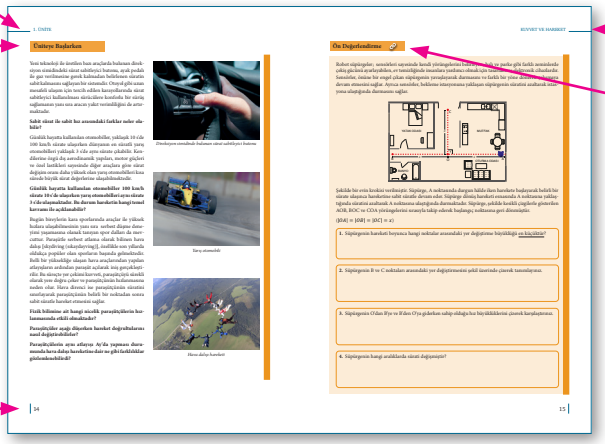
Ünite karekodu ve sunusuna yönlendiren karekodlar



Ünite numarası

Öğrencinin önceki öğrenmeleri ve gerçek yaşam deneyimleri ile ünite arasında köprü kurulan alan.

Sayfa numarası



Ünite adı

Öğrencinin önceki öğrenmelerini ve temel kabulleri ölçmeye yarayan "Ön Değerlendirme" alanı

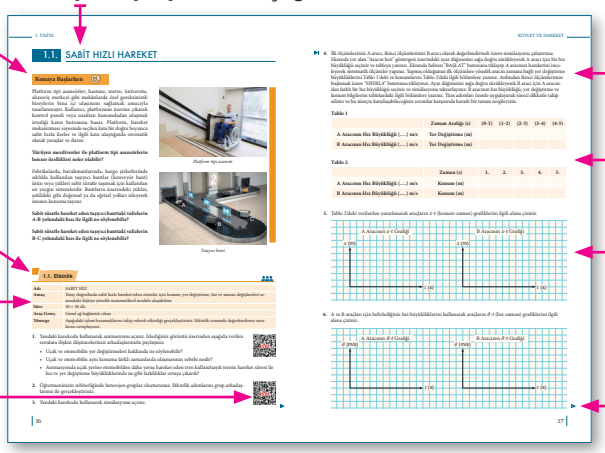
İçerik çerçevesine başlarken hazırlık ve ön değerlendirme yapılan "Konuya Başlarken" alanı

Desimal sistemle gösterilen ünite içerik çerçevesi başlığı

Etkinlik numarası ve etkinliğin adı

Etkinliğe yönelik "amaç, süre, yönerge" vb. bilgilerin bulunduğu alan

Etkinlikteki simülasyon/animasyonlara ait karekod



Etkinliğin işlem basamakları

Etkinliğin işlem basamaklarına ait tablo şeklindeki cevap alanı

Etkinliğin işlem basamaklarına ait kareli cevap alanı

Etkinliğin devam ettiğini gösteren sembol

SEMBOLLERİN AÇIKLAMASI

İçeriğin başladığı yer

İçeriğin bittiği yer

Çalışmanın bittiği yer

Bireysel etkinlik

Grup etkinliği

Sonraki sayfada devam eden çalışma

Önceki sayfadan devam eden çalışma

Ders öncesi hazırlık gerektiren çalışma

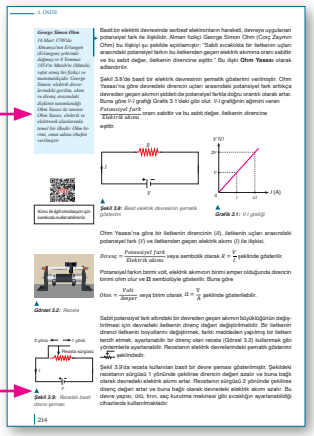
"Ön Değerlendirme" alanı

"Konuya Başlarken" alanı

"Kontrol Noktası" alanı

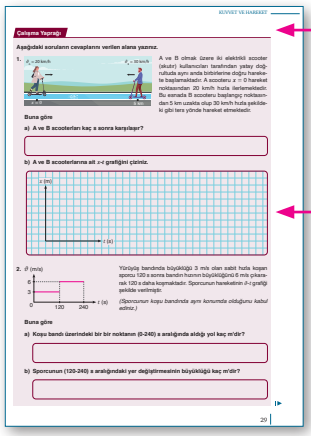
Öğrencilere yol göstermek, ihtiyaç duyulan içerik çerçevesinde ek bilgiler vermek, önemli görülen kelime, kavram veya tanımları açıklamak amacıyla kullanılan metin alanlarıdır. Ok uçları, ilgili satırı işaret eder.

İçerik çerçevesinde anlatılan şekilleri,görselleri ve grafikleri gösterir.



İçerik çerçevesine yönelik "Çalışma Yaprağı"

Çalışma yaprağı cevap alanı

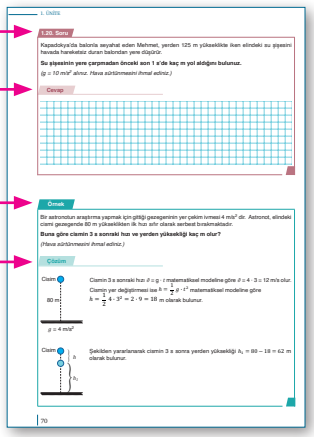


İçerik çerçevesine yönelik soru

İçerik çerçevesine yönelik cevap alanı

İçerik çerçevesine yönelik örnek

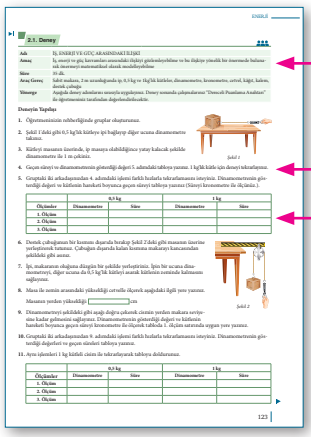
Örneğin çözümü



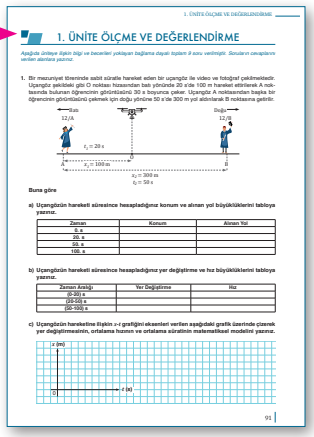
Ünitelerde öğrenciler tarafından gerçekleştirilmesi beklenen deneyler

Deney basamakları

Deney basamaklarına ait tablo şeklindeki ölçüm alanı



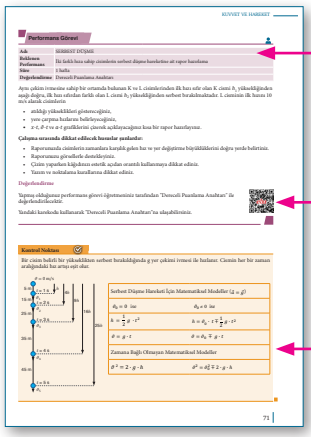
Üniteye ait ölçme ve değerlendirme



Ünitelerde öğrenciler tarafından gerçekleştirilmesi beklenen performans görevleri

Performans görevine ait değerlendirme ölçeğine ulaşılabilecek karekod

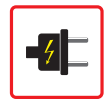
İçerik çerçevesine yönelik bilgilerin özetlendiği "Kontrol Noktası" alanı



Etkinlik öncesinde yapılması gereken hazırlık veya yerine getirilmesi beklenen durumlar

LABORATUVAR GÜVENLİK VE UYARI İŞARETLERİ

	Eldiven Giy: Isıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.
	Gözlük Kullan: Koruyucu gözlük ve maske kullanılarak yüz ve gözler tehlikelere karşı korunmalıdır.
	Koruyucu Elbise Giy: Maddelerin aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmalıdır.
	Maske Kullan: Kimyasal maddeler zararlı gazlar içerebileceğinden veya kimyasal tepkimeler sonucu zararlı gazlar oluşabileceğinden maske kullanılmalıdır.
	Kesici ve Delici Cisim Uyarısı: Yaralanmalara yol açabileceğinden kesici ve delici araç gereç kullanılırken dikkatli olunmalıdır.
	Sıcak Cisim Uyarısı: Isıtıcı kullanılırken ya da sıcak yüzeylerle çalışılırken el, ayak ve diğer organların yanmaması için önlem alınmalıdır.
	Kırılabilir Cam Uyarısı: Kırılabilir cam malzemeler, aşırı ısıtılmaya ve ani sıcaklık değişimlerine maruz bırakılmamalıdır.
	Yangın Uyarısı: Yangın çıkmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

	**Elektrik Uyarısı:** Elektrik şehir hattından alınmalı, güç kaynağı kullanılırken iletken kısımlara dokunulmamalıdır.
	Çevreye Zararlı Madde: Kullanılan maddeler kimyasal atıkların tabi olduğu kurallara göre imha edilmelidir.
	Aşındırıcı (Korozif) Madde: Metalleri ve canlı dokuları aşındırabileceğinden canlı dokuların ve araç gerecin korunması için önlemler alınmalıdır.
	Zehirli (Toksik) Madde: Ağız, burun ve deri yoluyla vücuda geçerek zehirli etki yapabilir. İnsan vücudu ile teması engellenmelidir. (Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.)
	Tahriş Edici Madde: Alerjik deri reaksiyonlarına neden olabileceğinden vücut ve gözle teması engellenmelidir. Koruyucu giysi kullanılmalıdır.
	Yakıcı (Oksitleyici) Madde: Yakıcı maddelerin yanıcı maddelerle teması önlenmelidir.
	Yanıcı Madde: Ateş; statik elektrik bölgeleri, kıvılcımlar ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
	Patlayıcı Madde: Ateş, kıvılcım ve sıcaklıktan uzak tutulmalıdır.

LABORATUVAR KURALLARI

- Öğretmenlerinizin uyarı ve önerilerini dikkate alınız.
- Laboratuvarların ciddi çalışma yapılan ortamlar olduğunu aklınızdan hiçbir zaman çıkarmayınız. Bu nedenle laboratuvarlarda düzeni bozacak veya tehlikeye yol açabilecek şekilde hareket etmeyiniz.
- Laboratuvarı izinsiz kullanmayınız ve terk etmeyiniz.
- Laboratuvarda çalışırken gerekli ise mutlaka kişisel koruyucu ekipman kullanınız. Bu konuda laboratuvar sorumlusunun bilgilendirmesini dikkate alınız.
- Yakınınızda yapılmakta olan deneylerden haberdar olunuz.
- Deney düzeneklerini daima en uygun yere kurunuz.
- Laboratuvar malzemelerini üzerlerindeki etiketleri okumadan kullanmayınız.
- Uzun saçlar ve bol kıyafetler laboratuvar ortamında tehlikeye yol açabileceğinden uzun saçlarınızı arkadan toplayınız veya bone kullanınız.
- Deneysel çalışma bittikten sonra kullanılan malzemelerin, deney düzeneğinin ve deney masasının temizliği için gereken özeni gösteriniz. Laboratuvarda yiyecek ve içecek bulundurmayınız. Laboratuvar malzemelerini bu amaçla kullanmayınız.
- Özel eşyalarınızı laboratuvar tezgâhının üzerine koymayınız.
- Laboratuvarda kozmetik ürünler kullanmayınız.
- Kullandığınız madde ve malzemeleri çalışma bittiğinde yerlerine koymayı unutmayınız.
- Kullanımını tam olarak bilmediğiniz cihazları kesinlikle kullanmayınız.
- Laboratuvarı yönetenlerin izni olmadan hiçbir madde ve malzemeyi laboratuvardan dışarı çıkarmayınız.
- Elektrikli aletlerin elektrik bağlantısını yaparken ellerinizin tamamen kuru olmasına dikkat ediniz.

1. ÜNİTE
KUVVET VE HAREKET

1.1. Sabit Hızlı Hareket
1.2. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket
1.3. Serbest Düşme
1.4. İki Boyutta Sabit İvmeli Hareket

▶ **Anahtar Kavramlar**

- **serbest düşme**

▶ Bu ünitede sizlerden

- yatay doğrultuda sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketi açıklamanız,
- ivme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmeniz,
- yatay doğrultuda sabit ivmeli hareket grafiklerinden elde edilen matematiksel modelleri yorumlayabilmeniz,
- serbest düşmeye yönelik matematiksel hesaplamaları yapabilmeniz,
- matematiksel modelleri ve grafiksel dönüşümleri iki boyutta sabit ivmeli harekete yönelik problem durumlarına çözüm getirmek için kullanabilmeniz

beklenmektedir.

Ünitede sizlerden çalışma yaprağındaki soruları cevaplamanız, ivme ve hız değişimi ile ilgili çıkış kartını doldurmanız; poster, rapor ve bilgi görseli hazırlamanız, ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme sorularını çözmeniz istenecektir.

Ünite Karekodu

Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

Bilim insanları, evrende olup biteni anlamak için gözlemler yapmış, deneyler gerçekleştirmiş ve bunlardan hareketle bilimsel sonuçlara ulaşmıştır. Bu süreçte bazı olayların anlaşılması için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenlerinin tanımlanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Evrendeki nesnelerin hareket dinamiklerinin anlaşılmasında ivme ve hız arasındaki ilişkinin ortaya konulması önemli bir rol oynamıştır. Bu kavramlar, gezegenlerin yörüngelerindeki hareketleri ile serbest düşen cisimlerin hareketlerini analiz etmek, gök cisimlerinin gelecekteki konumlarını tahmin etmek, hareket eden sistemlerin dinamiklerini anlamak ve tanımlamak için temel oluşturmuştur. Konum, yer değiştirme, hız, ivme ve zaman değişkenleri ile ilgili fizik yasaları kullanılarak mühendislik, spor, savunma sanayisi, ulaştırma alanlarında; insansız hava araçları, dronlar, denizaltılar, elektrikli otomobiller gibi araçlar geliştirilmiştir.

Üniteye Başlarken

Yeni teknoloji ile üretilen bazı araçlarda direksiyon simidinin üzerinde bulunan sürat sabitleyici butonu, ayak pedalı ile gaz verilmesine gerek kalmadan belirlenen süratin sabit kalmasını sağlayan bir sistemdir. Otoyol gibi uzun mesafeli ulaşım için tercih edilen karayollarında sürat sabitleyici kullanılması sürücülere konforlu bir sürüş sağlamanın yanı sıra aracın yakıt verimliliğini de artırmaktadır.

Direksiyon simidinde bulunan sürat sabitleyici butonu

Sabit sürat ile sabit hız arasındaki farklar neler olabilir?

Günlük hayatta kullanılan otomobiller, yaklaşık 10 s'de 100 km/h sürate ulaşırken dünyanın en süratli yarış otomobilleri yaklaşık 3 s'de aynı sürate çıkabilir. Kendilerine özgü dış aerodinamik yapıları, motor güçleri ve özel lastikleri sayesinde diğer araçlara göre sürat değişim oranı daha yüksek olan yarış otomobilleri kısa sürede büyük sürat değerlerine ulaşabilmektedir.

Yarış otomobili

Yarış otomobillerinin günlük hayatta kullanılan otomobillere göre aynı sürate daha kısa sürede ulaşabilmesi hareketin hangi temel kavramı ile açıklanabilir?

Bugün bireylerin kara sporlarında araçlar ile yüksek süratlere ulaşabilmesinin yanı sıra serbest düşme deneyimi yaşamasına olanak tanıyan spor dalları da mevcuttur. Paraşütle serbest atlama olarak bilinen hava dalışı [skydiving (sıkaydayving)], son yıllarda popüler olan sporlardandır. Bu sporda belli bir yüksekliğe ulaşan hava araçlarından yapılan atlayışların ardından paraşüt açılarak iniş gerçekleştirilir. Bu süreçte yer çekimi kuvveti, paraşütçüyü sürekli olarak yere doğru çeker ve paraşütçünün süratinin artmasına neden olur. Hava direnci ise paraşütçünün süratini sınırlayarak belirli bir noktadan sonra sabit süratle hareket etmesini sağlar.

Hava dalışı hareketi

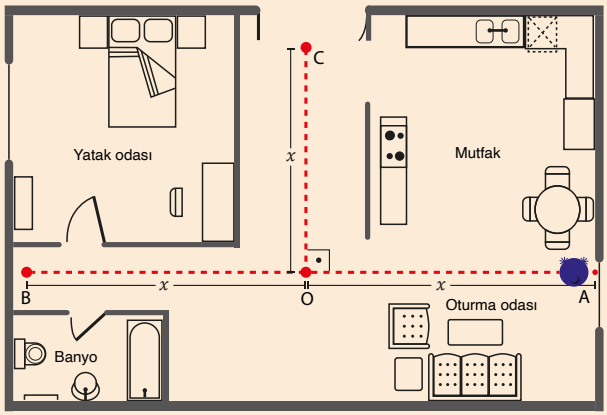
Fizik bilimine ait hangi nicelik paraşütçülerin hızlanmasında etkili olmaktadır?

Paraşütçüler aşağı düşerken hareket doğrultularını nasıl değiştirebilirler?

Paraşütçüler aynı atlayışı Ay'da yapsaydı hava dalışı hareketine dair ne gibi farklılıklar gözlemlenebilirdi?

Ön Değerlendirme

Robot süpürgeler; sensörleri sayesinde yörüngelerini belirleyen, halı ve parke gibi farklı zeminlerde çekiş gücünü ayarlayabilen, ev temizliğinde insanlara yardımcı olmak için tasarlanmış elektronik cihazlardır. Sensörler, önüne bir engel çıkan süpürgenin yavaşlayarak durmasını ve farklı bir yöne dönerek çalışmaya devam etmesini sağlar. Ayrıca sensörler, bekleme istasyonuna yaklaşan süpürgenin süratini azaltarak istasyona ulaştığında durmasını sağlar.



Şekilde bir evin krokisi verilmiştir. Süpürge, A noktasında durgun hâlde iken harekete başlayarak belirli bir sürate ulaşınca hareketine sabit süratle devam eder. Süpürge dönüş hareketi esnasında A noktasına yaklaştığında süratini azaltır ve A noktasına ulaştığında durur. Süpürge, şekilde kesikli çizgilerle gösterilen AOB, BOC ve COA yörüngelerini sırasıyla takip ederek başlangıç noktasına geri döner.

($|OA| = |OB| = |OC| = x$)

1. Süpürgenin hareketi boyunca hangi durumdaki yer değiştirme büyüklüğü en küçüktür?

2. Süpürgenin B ve C noktaları arasındaki yer değiştirmesini açıklayarak şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

3. Süpürgenin O'dan B'ye ve B'den O'ya giderken sahip olduğu hız büyüklüklerini karşılaştırınız.

4. Süpürgenin hareketinin hangi durumlarında sürati değişmiştir?

1.1. SABİT HIZLI HAREKET

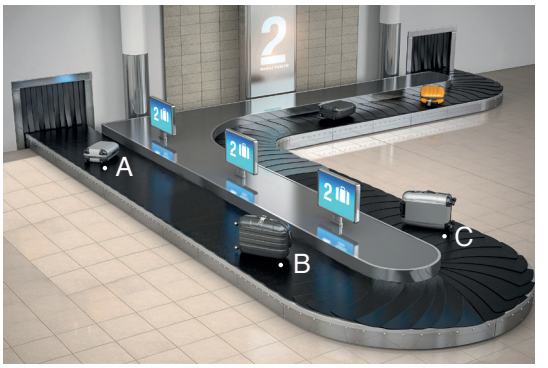
Konuya Başlarken

Platform tipi asansörler; hastane, metro, üniversite, alışveriş merkezi gibi mekânlarda özel gereksinimli bireylerin bina içi ulaşımını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Kullanıcı, platformun üzerine çıkarak kontrol paneli veya uzaktan kumandadan ulaşmak istediği katın butonuna basar. Platform, hareket mekanizması sayesinde seçilen kata bir doğru boyunca sabit hızla ilerler ve ilgili kata ulaştığında otomatik olarak yavaşlar ve durur.

Platform tipi asansör

Yürüyen merdivenler ile platform tipi asansörlerin benzer özellikleri neler olabilir?

Fabrikalarda, havalimanlarında, kargo şirketlerinde sıklıkla kullanılan taşıyıcı bantlar (konveyör bant) ürün veya yükleri sabit süratle taşımak için kullanılan en yaygın sistemlerdir. Bantların üzerindeki yükler, şekildeki gibi doğrusal ya da eğrisel yolları izleyerek istenen konuma taşınır.



Taşıyıcı bant

Sabit süratle hareket eden taşıyıcı banttaki valizlerin A-B yolundaki hızı ile ilgili ne söylenebilir?

Sabit süratle hareket eden taşıyıcı banttaki valizlerin B-C yolundaki hızı ile ilgili ne söylenebilir?

1.1. Etkinlik

Adı	SABİT HIZ
Amaç	Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden cisimler için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenleri arasındaki ilişkiye yönelik matematiksel modele ulaşabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. İzlediğiniz görüntü üzerinden aşağıda verilen sorulara ilişkin düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
   - Uçak ve otomobilin yer değiştirmeleri hakkında ne söylenebilir?
   - Uçak ve otomobilin aynı konuma farklı zamanlarda ulaşmasının sebebi nedir?
   - Animasyonda uçak yerine yük treni kullanılsaydı trenin hareket süresi ile hız ve yer değiştirme büyüklüklerinde ne gibi farklılıklar ortaya çıkardı?
2. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz. Etkinlik adımlarını grup arkadaşlarınız ile gerçekleştiriniz.
3. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.

4. İlk ölçümlerinizi A aracı, ikinci ölçümlerinizi B aracı olarak değerlendirmek üzere simülasyonu çalıştırınız. Ekranda yer alan "Aracın hızı" göstergesi üzerindeki ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A aracı için bir hız büyüklüğü seçiniz ve tabloya yazınız. Ekranda beliren "BAŞLAT" butonuna tıklayıp A aracının hareketini inceleyerek sistematik ölçümler yapınız. Yapmış olduğunuz ilk ölçümlere yönelik aracın zamana bağlı yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 1'deki ve konumlarını Tablo 2'deki ilgili bölümlere yazınız. Ardından ikinci ölçümlerinize başlamak üzere "SIFIRLA" butonuna tıklayınız. Ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek B aracı için A aracından farklı bir hız büyüklüğü seçiniz ve simülasyonu tekrarlayınız. B aracının hız büyüklüğü, yer değiştirme ve konum bilgilerini tablolardaki ilgili bölümlere yazınız. Tüm adımları özenle uygulayarak süreci dikkatle takip ediniz ve bu süreçte karşılaşabileceğiniz sorunlar karşısında kararlı bir tutum sergileyiniz.

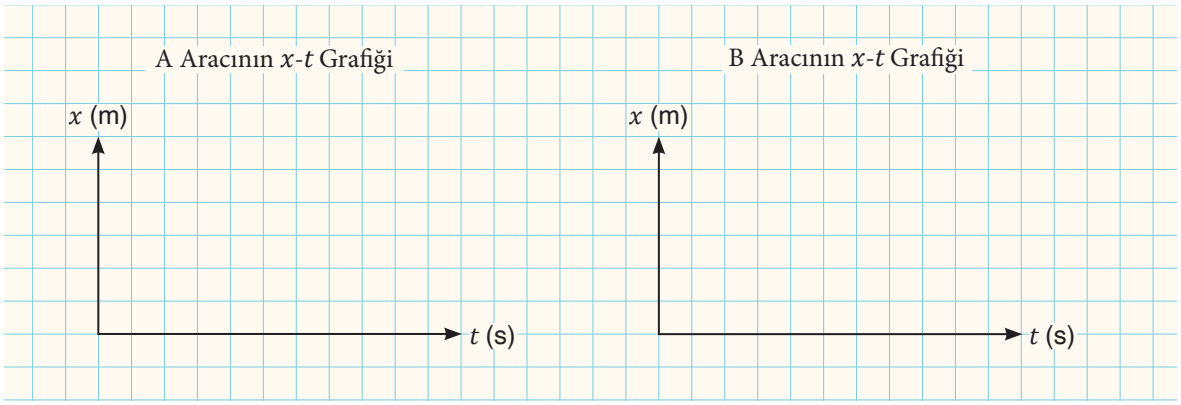
Tablo 1

	Zaman Aralığı (s)	**(0-1)**	**(1-2)**	**(2-3)**	**(3-4)**	**(4-5)**
A Aracının Hız Büyüklüğü (….) m/s	**Yer Değiştirme (m)**					
B Aracının Hız Büyüklüğü (….) m/s	**Yer Değiştirme (m)**					

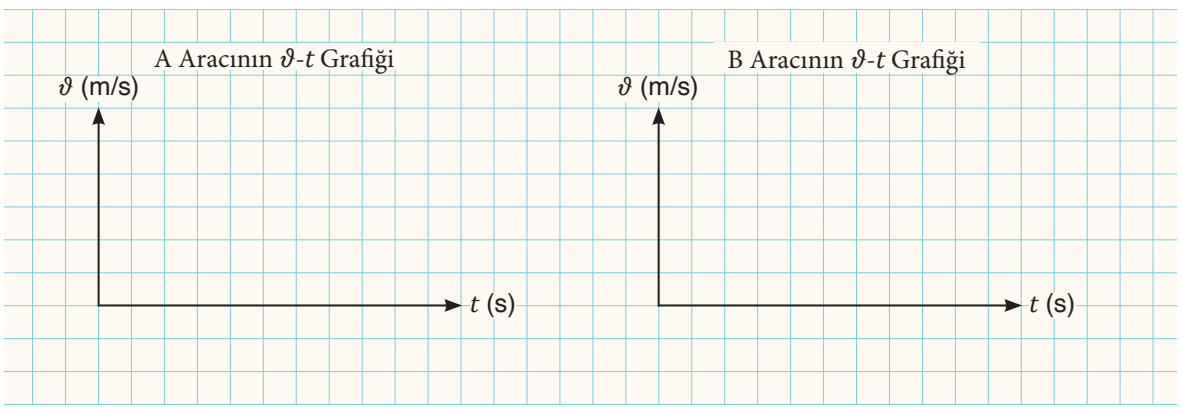
Tablo 2

	Zaman (s)	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
A Aracının Hız Büyüklüğü (….) m/s	**Konum (m)**					
B Aracının Hız Büyüklüğü (….) m/s	**Konum (m)**					

5. Tablo 2'deki verilerden yararlanarak araçların x-t (konum-zaman) grafiklerini ilgili alana çiziniz.



6. A ve B araçları için belirlediğiniz hız büyüklüklerini kullanarak araçların ϑ-t (hız-zaman) grafiklerini ilgili alana çiziniz.



7. Grafiklerin eğim ya da alan bilgileri kullanılarak fizik bilimine ait farklı niceliklerin büyüklüklerine ulaşılabilir. Çizdiğiniz grafiklerle ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Araçların (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirme büyüklüklerini x-t grafiğinden bulunuz.

b) ϑ-t grafiği ile yatay eksen arasında kalan alanın (3-5) s zaman aralığındaki değerini hesaplayınız.

c) A ve B araçlarının (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirme büyüklükleri ile ϑ-t grafiğinde hesapladığınız alanlar arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

ç) A ve B araçlarının x-t grafiklerinden elde ettiğiniz yer değiştirme büyüklükleri ile ϑ-t grafiklerinden elde ettiğiniz alan büyüklüklerini karşılaştırınız ve yer değiştirmenin matematiksel modelini bularak yazınız.

d) Araçların 5 s boyunca yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğünü x-t grafiğinden bulunuz.

e) x-t grafiklerinin eğimlerini hesaplayınız.

f) x-t grafiğinde hesapladığınız eğim ile araçların hızı arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

8. Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden cisimler için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenlerine ilişkin genellemeleri kendi cümlelerinizle ifade ediniz.

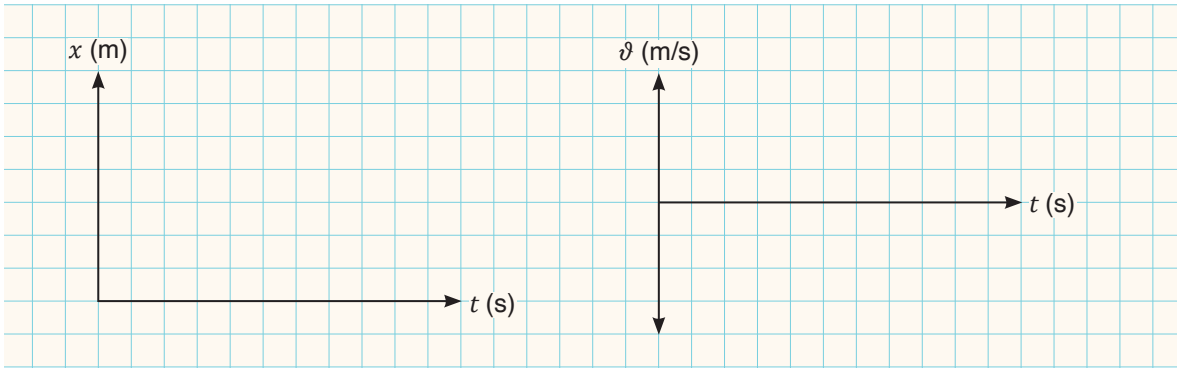
9. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız ve topun hareketini inceleyiniz.

(Topun hareketi esnasında sürtünmeler ve enerji kayıpları ihmal edilmiştir.)

10. Topun (0-5) s zaman aralığında bulunduğu konumları tabloya yazınız.

Zaman (s)	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
Konum (m)					

11. Tablodaki verileri kullanarak topun x-t ve ϑ-t grafiklerini çiziniz. Her iki grafikten yararlanarak topun aldığı yolu ve yer değiştirme büyüklüğünü hesaplayınız. Bu değerleri kullanarak topun ortalama süratini ve ortalama hızının büyüklüğünü bulunuz.

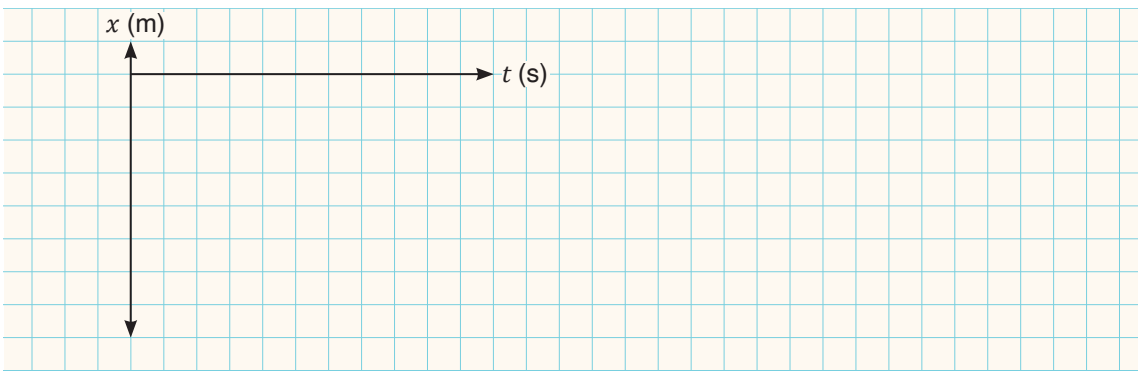


Değerlendirme

1. **a)** 2. adımdaki simülasyonu açarak "Aracın hızı" ayar düğmesini sola doğru sürükleyiniz ve hızın büyüklüğünü –5 m/s'ye getiriniz. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak aracın zamana bağlı olarak değişen konumlarını aşağıdaki tabloya yazınız.

Zaman (s)	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
Konum (m)					

b) Tablodaki verilerden yararlanarak aracın x-t grafiğini çiziniz.



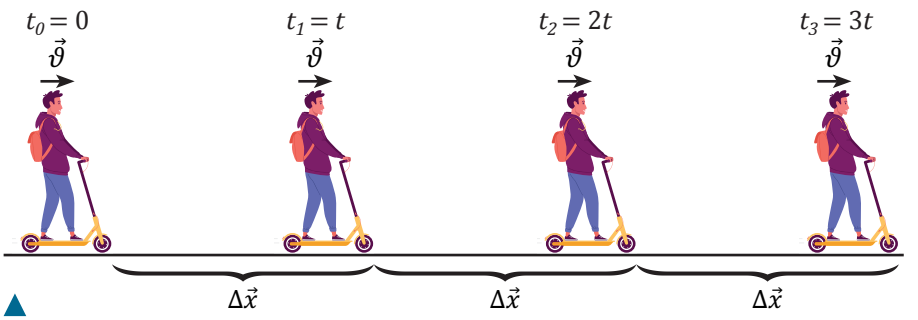
c) Ulaştığınız matematiksel modeli kullanarak aracın (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirme büyüklüğünü hesaplayınız.

Sabit Sürat

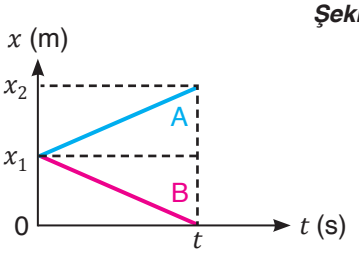
Sabit sürat, bir cismin eşit zaman aralıklarında eşit yollar alması durumudur. Sabit sürat sadece büyüklüğü ifade eden skaler bir niceliktir. Sabit hız ise hem büyüklüğü hem de yönü olan vektörel bir niceliktir. Örneğin sabit süratle hareket eden bir cismin sabit hızı değişebilir.

Doğrusal yolda hareket eden bir araç eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmelere sahip ise aracın hareketine **sabit hızlı hareket**, sahip olduğu hıza **sabit hız** denir.

Şekil 1.1'de sabit hızlı hareket eden bir elektrikli scooter (skutır) gösterilmektedir. Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket eden cismin hızının büyüklüğü ve doğrultusu değişmez. Bu durumda aracın hız büyüklüğünde değişim olmadığı için ivmesi sıfır olur.

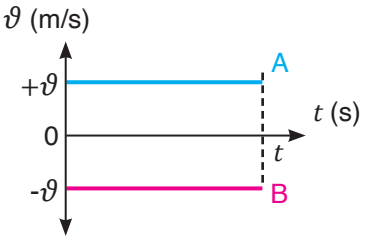


Şekil 1.1: *Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket eden elektrikli scooter*



Grafik 1.1: *Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden A ve B araçlarının x-t grafiği*

Grafik 1.1'de zıt yönlerde hareket eden araçların x-t grafiği gösterilmektedir. Bu grafikte araçlar yön değiştirmediğine göre sabit hızla hareket etmeleri durumunda araçların yer değiştirmeleri zamana bağlı olarak artmaktadır. Grafikte mavi çizgi pozitif yönde ilerleyen A aracını, kırmızı çizgi ise negatif yönde ilerleyen B aracını göstermektedir. x-t grafiğinin eğiminden yararlanılarak araçların hız büyüklüğü bulunabilir. Şekildeki gibi A aracına ait grafiğin eğimi pozitif olduğundan aracın hızı pozitif değer alır ve yer değiştirmesi $+x$ yönünde olur. B aracına ait grafiğin eğimi negatif olduğundan aracın hızı negatif değer alır ve yer değiştirmesi $-x$ yönünde olur.



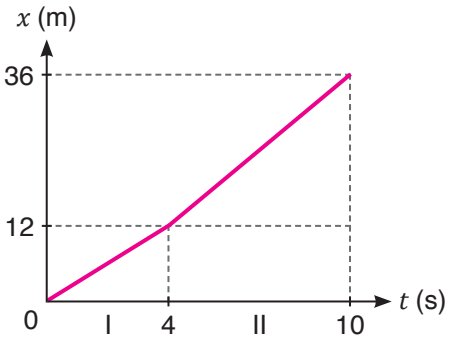
Grafik 1.2: *Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden A ve B araçlarının ϑ-t grafiği*

Grafik 1.2'de araçlara ait ϑ-t grafiği gösterilmektedir. Araçların hızı zamanla değişmediğinden ϑ-t grafiğinde grafik çizgisi yatay olur. Grafikte zaman ekseninin üzerinde kalan grafik çizgisi pozitif yöndeki hızı, zaman ekseninin altında kalan grafik çizgisi ise negatif yöndeki hızı gösterir. ϑ-t grafiğinin yatay eksen ile arasında kalan alan hesaplanarak aracın yapmış olduğu yer değiştirme bulunabilir. Bu durumda araçların yer değiştirme büyüklüğü

$$\Delta x = \vartheta \cdot t$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

Örnek



Bir fabrikada üretilen ürünler, yatay doğrultulu iki ayrı bandın üzerinde taşınmaktadır. Birinci bandın uzunluğu 12 m, ikinci bandın uzunluğu 24 m'dir. Ürün birinci bantta 4 s yol aldıktan sonra ikinci banda aktarılmakta ve 6 s de bu bant üzerinde yol aldıktan sonra ürünün üretim süreci tamamlanmaktadır.

Ürünün x-t grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

a) x-t grafiğinde 4. s'de grafiğin doğrultusunun değişmesinin nedeni nedir?

b) (0-4) s ve (4-10) s zaman aralığındaki hızlarının büyüklüğünü bulunuz.

c) ϑ-t grafiğini çizerek hareket yönlerini yorumlayınız.

ç) (0-9) s arasındaki yer değiştirmesini bulunuz.

d) Ortalama hızının büyüklüğünü ve ortalama süratini karşılaştırınız.

Çözüm

a) x-t grafiğinde 4. s'de ürünün hızının büyüklüğü değiştiğinden grafiğin doğrultusu değişmiştir.

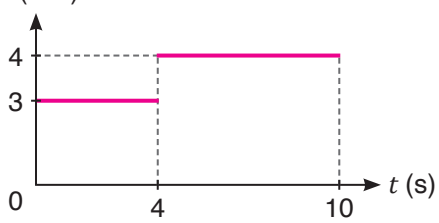
b) Birinci bantta ürünün $x_0 = 0$ başlangıç konumundan $x_1 = 12$ m konumuna ulaşması 4 s sürmüştür. x-t grafiğine göre ürün, eşit zaman aralıklarında eşit miktarda yer değiştirmiştir. Buna göre ürünün birinci banttaki hızının büyüklüğü

$$\vartheta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 - 0}{4 - 0} = 3 \text{ m/s}$$ olarak hesaplanır.

İkinci bantta ürünün $x_1 = 12$ m konumundan $x_2 = 36$ m konumuna ulaşması 6 s sürmüştür. Ürünün bu hareketi sırasında yaptığı yer değiştirmesi 24 m'dir. Buna göre ürünün ikinci banttaki hızının büyüklüğü

$$\vartheta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{36 - 12}{10 - 4} = 4 \text{ m/s}$$ olarak hesaplanır.

c) ϑ (m/s)



Ürünün hareketine ait ϑ-t grafiği yandaki gibi olur. Buna göre ürünün ϑ-t grafiği zaman ekseninin üzerinde olduğundan ürün pozitif yönde hareket etmiştir.

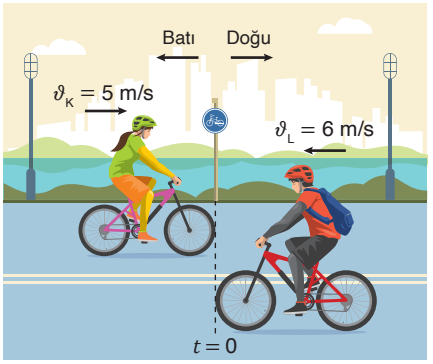
ç) Ürünün 9 s'deki yer değiştirmesi (0-4) s ve (4-9) s zaman aralıklarındaki yer değiştirmelerinin toplamına eşitttir. Buna göre (0-4) s'de 12 m yer değiştiren ürünün ikinci banttaki yer değiştirmesinin büyüklüğü, hızı sabit ve hız büyüklüğü 4 m/s olduğundan 9 – 4 = 5 s'de 20 m olarak hesaplanır. Bu durumda ürünün toplam yer değiştirmesinin büyüklüğü 12 + 20 = 32 m olur.

d) Ürün bir doğru boyunca hareket ederken yön değiştirmediğinden ürünün ortalama hızının büyüklüğü ve ortalama sürati birbirine eşittir.

$$Ortalama\ hız = \frac{Toplam\ yer\ değiştirme}{Hareket\ süresi} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{4 + 6} = \frac{36}{10} = 3{,}6 \text{ m/s ve}$$

$$Ortalama\ sürat = \frac{Alınan\ yol}{Hareket\ süresi} = \frac{x}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{4 + 6} = \frac{36}{10} = 3{,}6 \text{ m/s bulunur.}$$

1.1. Soru



Doğrusal bir parkurda birbirine doğru sabit hızlarla hareket eden K ve L bisikletlilerinin hareketi görseldeki gibidir. Bisikletlilerin hız büyüklükleri sırasıyla 5 m/s ve 6 m/s'dir.

K ve L bisikletlileri $t = 0$ anında görseldeki gibi karşılaştıklarına göre

a) Bisikletlilerin 5 s'lik hareketine ait ϑ-t grafiğini çiziniz.

b) Bisikletlilerin 8. s'de aralarındaki uzaklık kaç m olur?

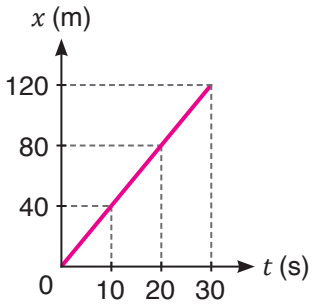
c) Bisikletlilerin 8 s'lik hareketine ait x-t grafiğini çiziniz.

ç) L bisikletlisinin 5 s'de aldığı yolu K bisikletlisi kaç s'de alır?

Cevap

1.2. Soru

Antrenman yapan bir buz pateni sporcusu yatay doğrultuda hareket etmektedir.



Sporcuya ait x-t grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

a) Sporcunun (0-30) s ve (20-30) s zaman aralıklarındaki hareketi boyunca yapmış olduğu yer değiştirme büyüklüklerini bulunuz.

b) Grafikten yararlanarak sporcunun ortalama hızının büyüklüğünü, ortalama süratini matematiksel modelden yararlanarak bulunuz.

Cevap

Örnek

Bir posta dağıtım aracı, dağıtım merkezine geri dönüşü sırasında 1500 m uzunluğunda doğrusal bir yolu sabit hız ile geçmektedir. Posta dağıtım aracının bu hareketi 125 s sürmektedir.

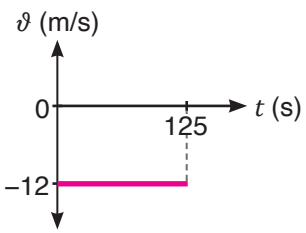
Buna göre verilen zaman aralığı için posta dağıtım aracının ϑ-t grafiğini çiziniz.

Çözüm

Posta dağıtım aracının hız büyüklüğü $\vartheta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ matematiksel modeli kullanılarak $\vartheta = \frac{1500}{125} = 12$ m/s bulunur.

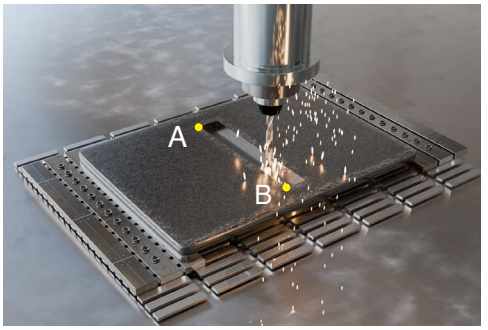
Posta dağıtım aracının gittiği yön pozitif kabul edilirse başlangıç noktasına dönerken yaptığı hızı negatif alınır. ϑ-t grafiğinde grafik doğrusu yatay eksenin altında yer alır.

Buna göre posta dağıtım aracının ϑ-t grafiği



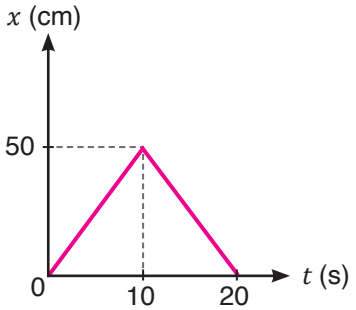
şeklinde olur.

1.3. Soru



Günümüzde mobilya ve metal işleme gibi birçok endüstride kullanılan CNC [computer numerical control/kompitır numerikıl kontrol (bilgisayarlı sayısal kontrol)] makineleri; malzemeleri yüksek hassasiyetle kesmek, şekillendirmek ve işlemek için kullanılmaktadır.

Görseldeki gibi "I" harfini çizmek için CNC makinesi A noktasından B noktasına harekete başlayarak 5 cm/s sabit hız büyüklüğü ile çalışacak şekilde programlanmıştır. "I" harfi tamamlandığında kola ait x-t grafiği şekildeki gibi olmaktadır.



Buna göre CNC kesim makinesinin

a) **x-t grafiğini yorumlayınız.**

b) **3 s sonra bulunduğu konumu I harfi üzerinde çizerek gösteriniz.**

c) **Hareketi boyunca ortalama hızının büyüklüğünü ve ortalama süratini hesaplayınız.**

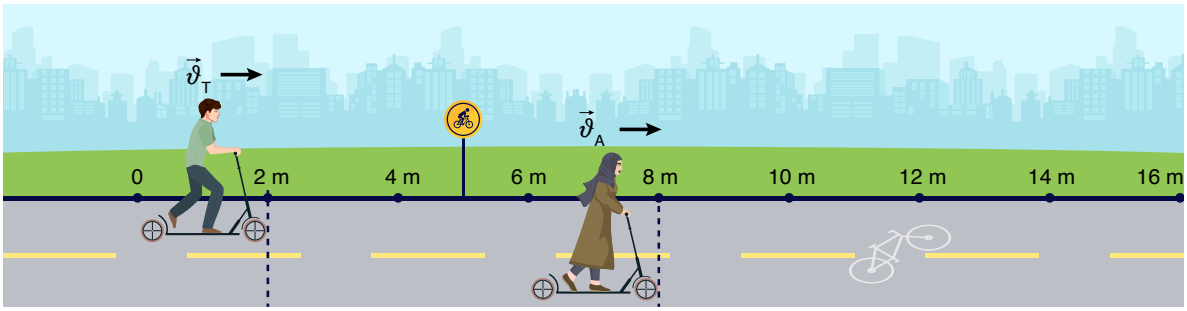
ç) **x-t grafiğinden yararlanarak ϑ-t grafiğini çiziniz.**

(CNC makinesinin düşey hareketlerini ihmal ediniz.)

Cevap

1.4. Soru

Yapılacak bir etkinlik için hazırlanan doğrusal parkur 2 m'lik bölümlere ayrılarak işaretlenmiştir. Ada ve Tuna parkurun başlangıç noktasından ($x = 0$) scooterları ile sabit hızla geçerek parkurda işaretlenen noktalardan geçiş sürelerini kronometre ile ölçmüştür. Bu ölçüme göre Tuna her 2 m aralığı 1 s'de, Ada ise her 8 m aralığı 2 s'de geçmiştir.



Buna göre

a) Ada ve Tuna'dan hangisinin daha hızlı olduğunu tahmin ederek yazınız.

b) Ada ile Tuna'nın yer değiştirme büyüklüklerini ilk 8 s'deki zaman aralıklarına göre hesaplayarak aşağıda verilen tabloya yazınız.

Zaman	(0-2) s	(2-4) s	(4-6) s	(6-8) s
Ada'nın Yer Değiştirmesinin Büyüklüğü (m)				
Tuna'nın Yer Değiştirmesinin Büyüklüğü (m)				

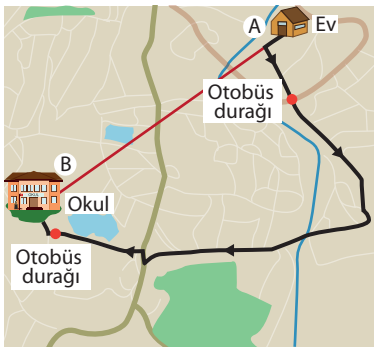
c) Tablodan yararlanarak Ada ile Tuna'nın 8 s'lik hareketine ait x-t grafiklerini çiziniz.

ç) Tablodan yararlanarak Ada ile Tuna'nın 8 s'lik hareketine ait ϑ-t grafiklerini çiziniz.

Cevap

1.5. Soru

Mete; her sabah evinden çıkıp otobüs durağına yürür, ardından otobüse binerek okula gider. Aşağıdaki haritada otobüs durakları kırmızı nokta ile Mete'nin evi ve okulunun yolu siyah çizgi ile, okul ve ev arasındaki kuş uçuşu uzaklık kırmızı çizgi ile gösterilmiştir. Mete'nin yolculuğu sırasında aldığı yollar ve zaman bilgileri tabloda verilmiştir.



Mete'nin Hareketi	Zaman (saat, dakika, saniye)	Alınan Yol (metre)
Evden çıkması	07.10.00	0
Evden otobüs durağına yürümesi	07.20.07	800
Otobüse binmesi	07.24.30	0
Otobüsten inmesi	07.30.10	2380
Otobüs durağından okula yürümesi	07.33.52	400

Buna göre Mete'nin

a) Hareketi boyunca aldığı toplam yol kaç m olur?

b) Hareketi süresince sahip olduğu ortalama hızının hesaplanabilmesi için fizik bilimine ait hangi nicelikler bilinmelidir?

c) Evi ile okulu arasında sahip olduğu ortalama sürati bulunuz.

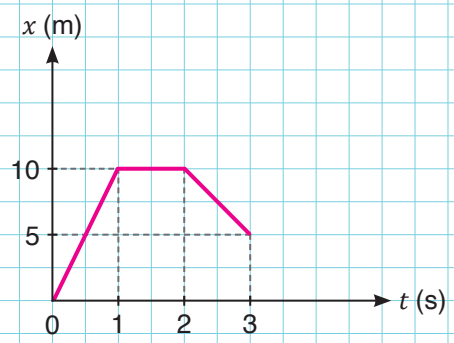
ç) Otobüse bindiği ve otobüsten indiği duraklar arasında otobüsün ortalama sürati nedir? Hesaplayınız.

Cevap

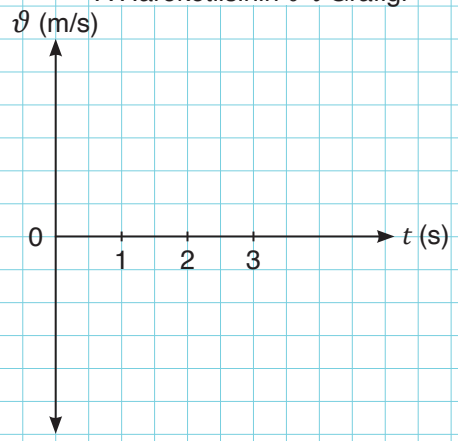
1.6. Soru

Aşağıdaki tabloda A, B, C hareketlilerinin x-t ve ϑ-t grafikleri verilmiştir. x-t grafiğinden yararlanarak hareketliye ait ϑ-t grafiğini, ϑ-t grafiğinden yararlanarak x-t grafiğini yanında boş bırakılan grafik alanına çiziniz.

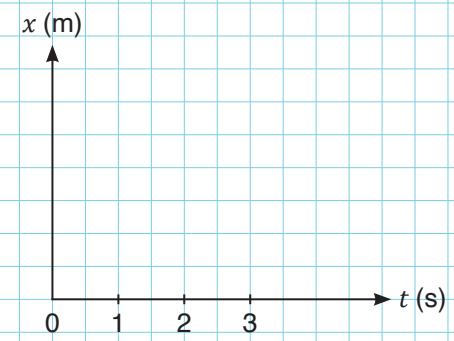
A Hareketlisinin x-t Grafiği



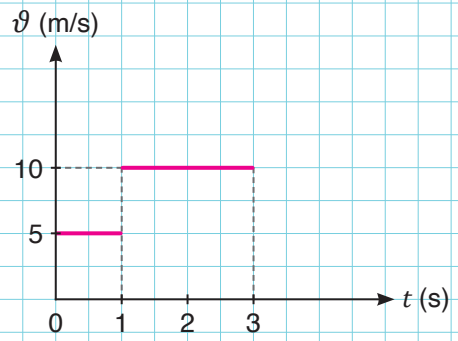
A Hareketlisinin ϑ-t Grafiği



B Hareketlisinin x-t Grafiği

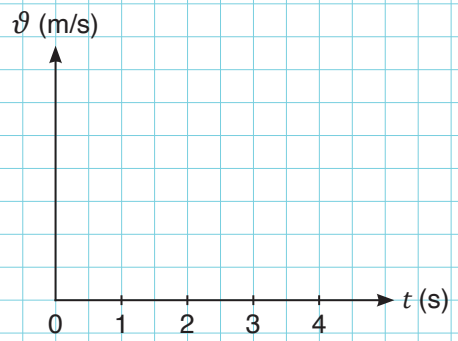


B Hareketlisinin ϑ-t Grafiği



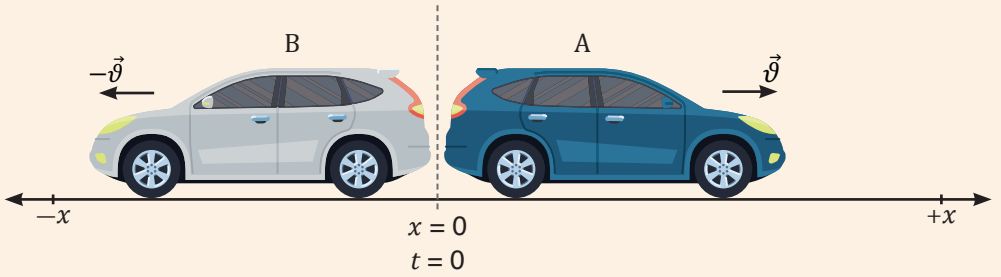
C Hareketlisinin x-t Grafiği

C Hareketlisinin ϑ-t Grafiği

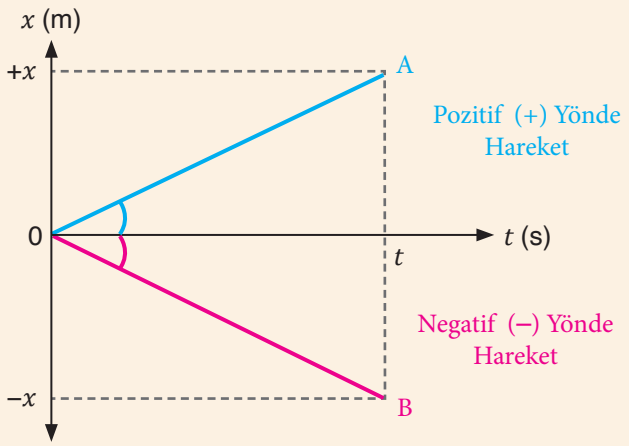


Kontrol Noktası

Aşağıdaki şekilde yatay doğrultuda sabit hızlarla $+x$ yönünde hareket eden A ve $-x$ yönünde hareket eden B araçları gösterilmiştir:



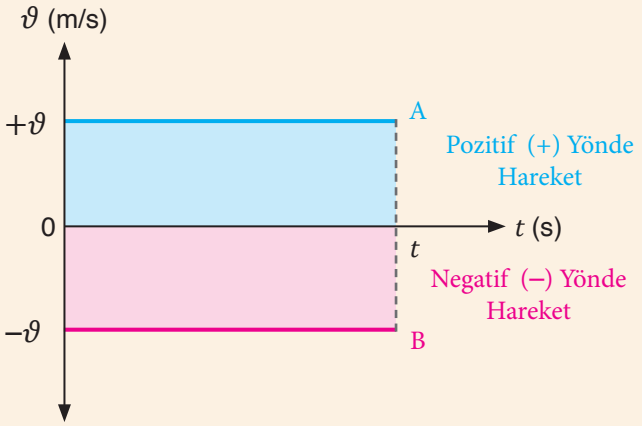
A ve B araçlarının x-t ve ϑ-t grafikleri aşağıdaki gibi verilmiştir:



x-t grafiklerinin eğimlerinden yararlanarak hız büyüklüğünün matematiksel modeline ulaşılır.

A aracı için $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - 0}{t - 0} = \frac{x}{t} = \vartheta$ ve

B aracı için $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-x - 0}{t - 0} = \frac{-x}{t} = -\vartheta$ yazılır.



ϑ-t grafiklerinin yatay eksen ile arasında kalan alandan yararlanarak yer değiştirme büyüklüğünün matematiksel modeline ulaşılır.

A aracı için $\Delta x = \vartheta \cdot (t - 0) = \vartheta \cdot t$ ve

B aracı için $\Delta x = -\vartheta \cdot (t - 0) = -\vartheta \cdot t$ yazılır.

Araçların yer değiştirmelerinin hesaplanması için kullanılan matematiksel model

$\Delta\vec{x} = \vec{\vartheta} \cdot \Delta t$ şeklindedir.

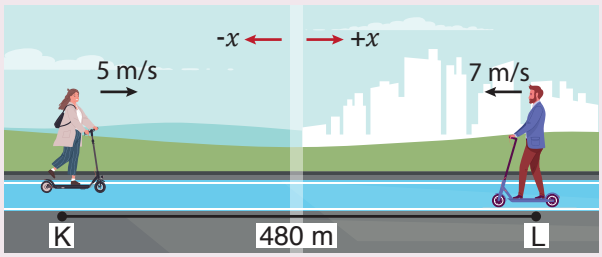
Araçların hız büyüklüğünün hesaplanması için kullanılan matematiksel model

$\vartheta = \frac{x_{son} - x_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ şeklindedir.

Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1.

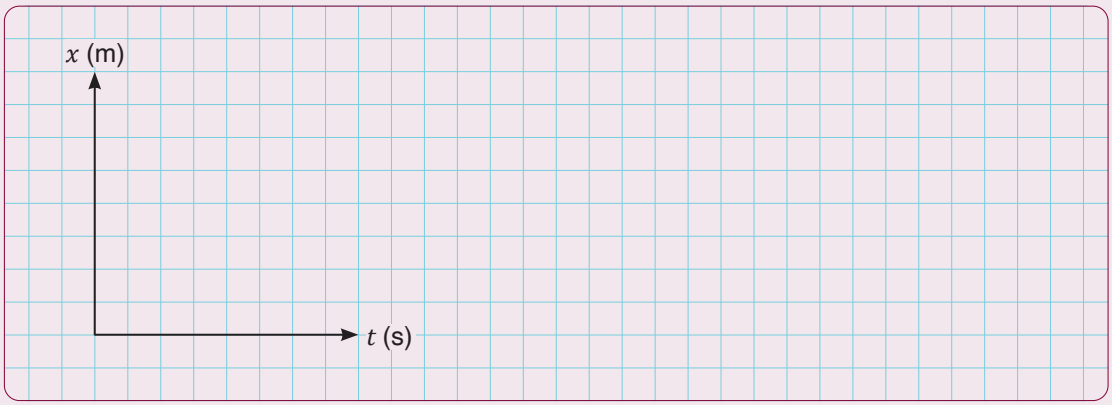


Ayla ve Burak scooterları ile yatay doğrultuda aynı anda birbirlerine doğru harekete başlamaktadır. K ve L noktaları arasındaki mesafe 480 m'dir. Ayla K noktasından 5 m/s hızla, Burak L noktasından 7 m/s hızla geçerek şekildeki gibi ters yönde ilerlemektedir.

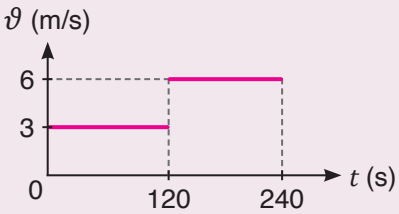
Buna göre

a) Ayla ve Burak kaç s sonra karşılaşır?

b) Ayla ve Burak'ın hareketinin x-t grafiğini karşılaşma anına kadar çiziniz.



2.



Bir koşu bandında sabit 3 m/s hız büyüklüğü ile koşan sporcu 120 s sonra bandın hız büyüklüğünü 6 m/s'ye çıkararak 120 s daha koşmuştur. Koşu bandının hareketinin ϑ-t grafiği şekilde verilmiştir.

(Sporcunun koşu bandında aynı konumda olduğunu kabul ediniz.)

Buna göre

a) Koşu bandı üzerindeki bir noktanın (0-240) s aralığında aldığı yol kaç m'dir?

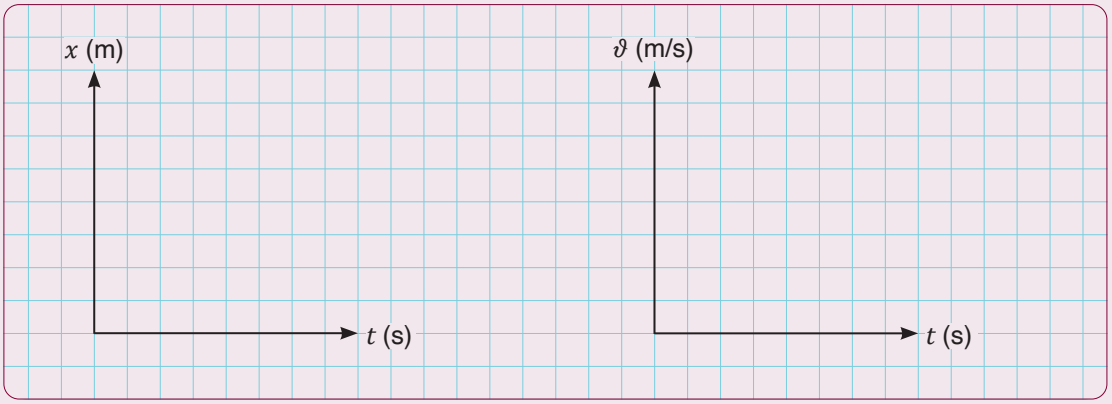
b) Sporcunun (120-240) s aralığındaki yer değiştirmesinin büyüklüğü kaç m'dir?

3. Yapılan bir çalışmada bir aracın yatay doğrultuda pozitif yöndeki x ve t değerleri aşağıda yer alan tablodaki gibi tespit edilmiştir.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Konum (m)	10	20	30	40	50	60

Aracın başlangıç konumu 10 m olduğuna göre tablodaki verileri kullanarak

a) x-t ve ϑ-t grafiklerini çiziniz.



b) (2-5) s zaman aralığında aldığı yol kaç m olur?

c) x-t grafiğinde sabit hızla hareket eden bir aracın grafiği hangi özelliğe sahip olmalıdır?

ç) Araç hareket durumunu değiştirmeden yoluna devam ettiğine göre aracın 6. s'deki konumunun kaç m olduğunu tahmin ediniz.

4. Her bir balık türünün hız büyüklüğünü etkileyen çeşitli parametreler bulunmaktadır. Örneğin kılıç balığının hızı; suyun sıcaklığı ve balığın beslenme durumu, yaşı, boyutu, vücut sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Bir grup bilim insanı suyun sıcaklığına bağlı olarak kılıç balıklarının hız büyüklüğünün nasıl değiştiğini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ortalama büyüklükteki bir kılıç balığının suyun sıcaklığına bağlı tahminî hız aralığı tablodaki gibidir.

Suyun Sıcaklığı (°C)	5-10	10-15	15-20	20-25
Tahminî Hız Aralığı (km/h)	50-70	70-90	90-110	110-120

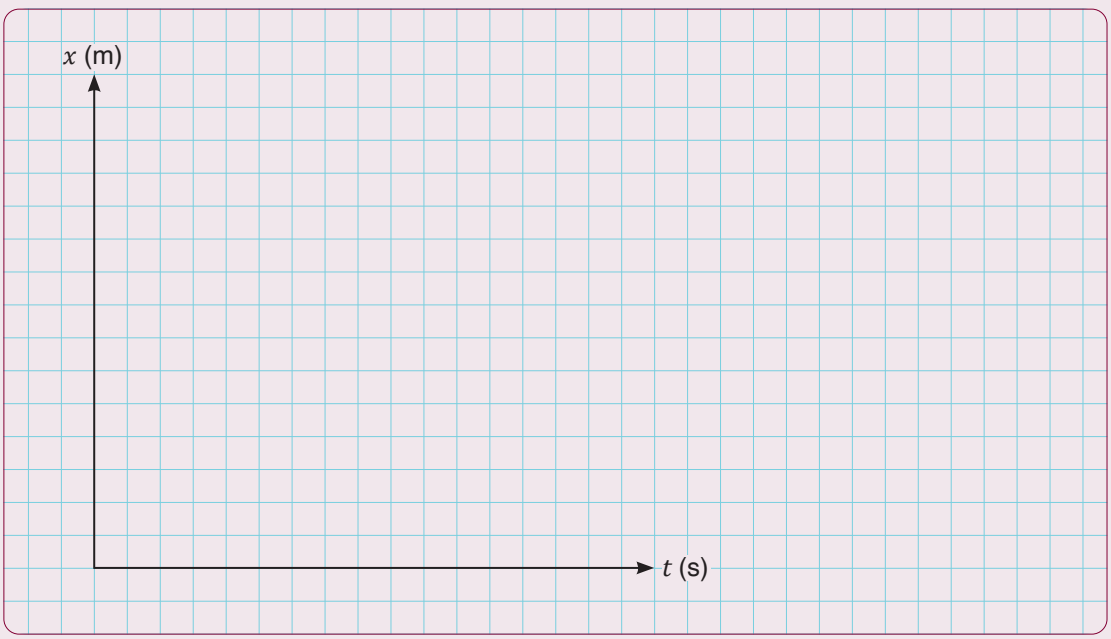
Yatay doğrultuda hareket eden bir kılıç balığının zamana bağlı yer değiştirme verileri aşağıda verilmiştir.

Kılıç Balığının Hareket Süresi (s)	0	(0-3)	(3-5)	(5-9)	(9-12)	(12-14)
Kılıç Balığın Yer Değiştirmesi (m)	0	180	170	380	345	164

Buna göre

a) Kılıç balığının (0-14) s aralığında yaptığı yer değiştirme büyüklüğünü ve aldığı yolu hesaplayınız.

b) Veri tablosundan yararlanarak kılıç balığının hareketine ait x-t grafiğini çiziniz.

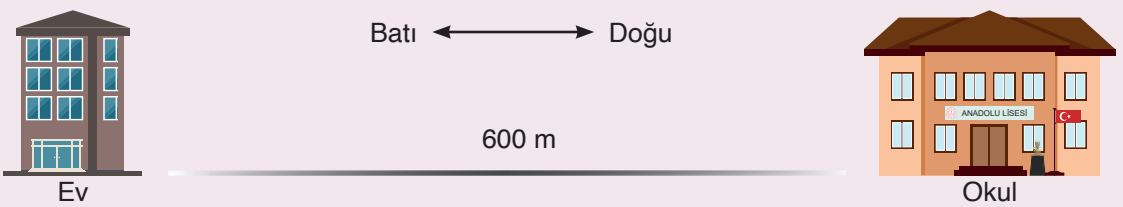


c) Kılıç balığının (0-14) s arasındaki ortalama hız büyüklüğünü ve ortalama süratini bulunuz.

ç) Kılıç balığına ait çizdiğiniz x-t grafiğinden yararlanarak ϑ-t grafiğini çiziniz.

d) Tabloda verilen zaman aralıklarına göre kılıç balığının hangi su sıcaklıklarında hareket ettiğini tahmin ediniz.

5.



Ali'nin doğrusal bir yol üzerinde bulunan evi ile okulunun arasındaki mesafe 600 m'dir. Ali'nin sabit hızla koşarak okula gitmesi 10 dk. ve okuldan eve sabit hızla yürüyerek dönmesi 20 dk. sürmektedir.

Buna göre

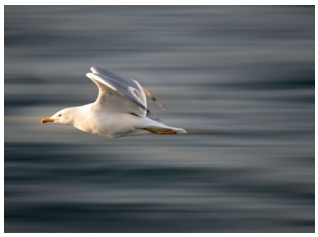
a) Ali'nin evden okula ve okuldan eve giderken sahip olduğu hızlarının büyüklüğünü m/s cinsinden bulunuz.

b) Ali okula giderken ilk 3 dakikada kaç m yer değiştirmiştir?

1.2. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Konuya Başlarken

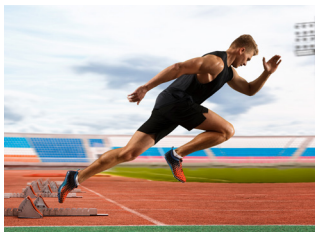
Kuşların uçuşu oldukça karmaşık ve dinamik bir süreçtir. Besin aramak, yırtıcılardan korunmak, göç etmek gibi hayati faaliyetlerini gerçekleştirmek için hareket eden kuşlar, hızlarını sürekli değiştirir. Örneğin besin kaynağı tespit eden bir kuş, hızını artırarak bu kaynağa doğru uçmaya başlar. Besine yaklaştıkça yavaşlar ve ulaştığında durur. Bu hız değişimleri, kuşların çevresel koşullara ve avlanma stratejilerine uyum sağlamaları için önemlidir.



Uçan kuş

Kuşların hangi durumlarda hızları değişir?

Sporcular, performanslarını artırmak için antrenman programlarında ivmelenme yeteneklerini geliştirmeye odaklanırlar. Örneğin bir kısa mesafe koşucusunun yarışlarda başarılı olabilmesi yarışın ilk adımlarında yüksek ivme kazanmasına bağlıdır. Ayrıca koşucu, parkurdaki değişikliklere uyum sağlayabilmek amacıyla hızını sürekli olarak ayarlamalıdır. Sakatlanan bir koşucuya rehabilitasyon süresince hasarlı bölgelerin güçlendirilmesi ve hareket kabiliyetinin geri kazandırılması için ivmeli hareketler içeren egzersizler yaptırılır.



Kısa mesafe koşucusu

Uzun mesafe ve kısa mesafe koşularının hangisinde hız değişimi daha belirgin şekilde öne çıkabilir?

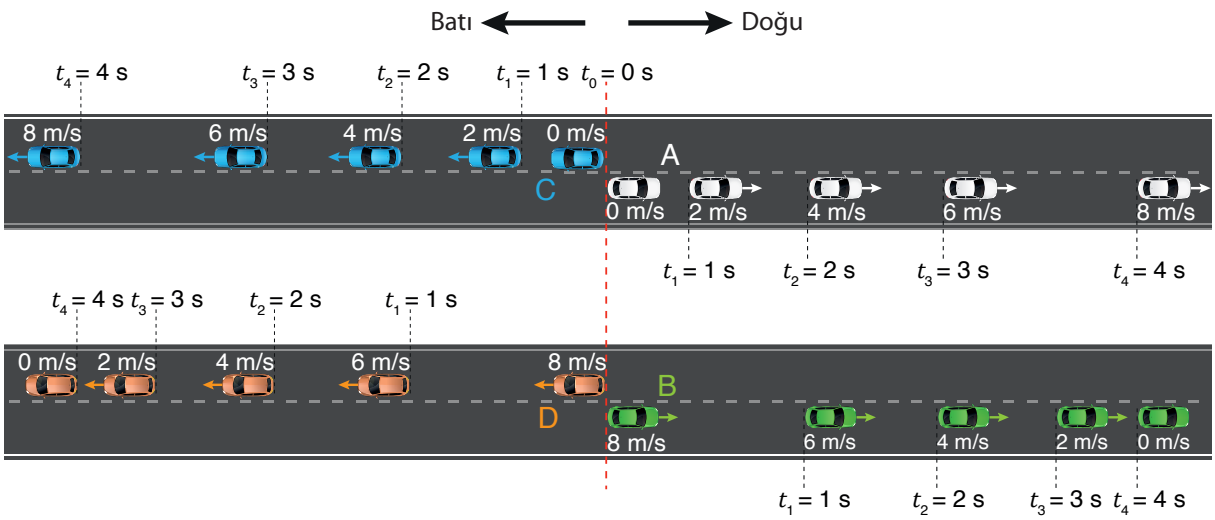
Sporcuların hareket kabiliyetini geri kazanması için yapılan ve hızlanan veya yavaşlayan hareketler içeren egzersizlerin ortak özelliği hangi fiziksel nicelikle açıklanabilir?

A) İvme ve Hız Değişimi Arasındaki İlişki

1.2. Etkinlik

Adı	SABİT İVMELİ HAREKET
Amaç	İvme ile hız değişimi arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Süre	35 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. $t = 0$ anında $x = 0$ konumundan harekete başlayan A ve C araçları ile $t = 0$ anında $x = 0$ konumundan belirli bir hız büyüklüğü ile geçen B ve D araçlarının 4s süre boyunca zamana bağlı hız büyüklükleri şekilde gösterilmektedir.



Şekilde verilenlerden yararlanarak araçların hız büyüklüklerini tablodaki boşluklara yazınız.

Zaman (s)	$t_0 = 0.$	$t_1 = 1.$	$t_2 = 2.$	$t_3 = 3.$	$t_4 = 4.$
A Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
C Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
D Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					

2. Tabloya yazdığınız verileri göz önünde bulundurarak A, B, C ve D araçlarının hız değişimlerini sınıf arkadaşlarınızla öğretmeninizin rehberliğinde tartışınız. Araçların hız değişimlerinin büyüklükleri ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri kısaca yazınız.

3. Tabloda verilen zaman aralıkları için A, B , C ve D araçlarının hız değişimi büyüklüklerini hesaplayarak aşağıda verilen tabloyu doldurunuz.

Not: Hız değişimi, cismin son hızı ile ilk hızı arasındaki farktır. Hareketlinin hız değişimi

$\Delta\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}$ matematiksel modeliyle hesaplanır.

Zaman (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)
A Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
B Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
C Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
D Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				

4. Elde ettiğiniz bilgilerden yararlanarak A, B, C ve D araçlarının (0-4) s aralığı için hareket durumunu (hızlanır ya da yavaşlar) tabloda "X" ile işaretleyerek belirtiniz. Araçların hız değişiminin büyüklüğünü (artar ya da azalır) ve yönünü (doğu ya da batı) tablodaki ilgili yerlere yazınız. Araçların (0-4) s ve birim zamandaki hız değişimlerini hesaplayınız ve tabloya yazınız.

	(0-4) s Zaman Aralığı İçin Araç		(0-4) s Zaman Aralığı İçin Hız Değişiminin		Birim Zamandaki Hız Değişimi (m/s)
	Hızlanır	Yavaşlar	Büyüklüğü	Yönü	
A					
B					
C					
D					

5. A ile C araçlarının hız değişimlerini karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana yazınız.

6. B ile D araçlarının hız değişimlerini karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana yazınız.

7. 4. basamaktaki tablodan yararlanarak ivme ve hız değişimi arasındaki ilişki için tahminlerde bulununuz. Arkadaşlarınızla tartışarak onların da fikirlerini alınız. Kendi fikirlerinizi elde ettiğiniz veriye dayalı olarak destekleyip arkadaşlarınızın farklı görüşlerini saygı çerçevesinde çürütmeye çalışınız.

8. İvme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi genelleyiniz.

Değerlendirme

1. Sürücü frene bastığında aracın ivmesinde meydana gelen değişimi aracın hızı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

2. Sürücü gaz pedalına bastığında aracın ivmesinin yönü ve büyüklüğü ne şekilde değişir? Açıklayınız.

3. Sabit ivme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi günlük hayattan bir örnek vererek kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Bir cisim üzerine uygulanan net kuvvet cismin hızlanmasına veya yavaşlamasına neden olur. Cismin hızında birim zamanda meydana gelen değişime **ivme** denir. İvme $\vec{a}$ sembolü ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. İvmenin birimi SI'da [Système International d'Unités (Uluslararası Birimler Sistemi)] m/s^2dir. İvme

$$\vec{a} = \frac{Hız\ değişimi}{Zaman\ aralığı} = \frac{\Delta\vec{\vartheta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$$

matematiksel modeli ile ifade edilir. Hız, eşit zaman aralıklarında aynı büyüklükte artıyor ya da azalıyorsa ivmenin büyüklüğü sabittir. Örneğin bir araç her 1 s'de 5 m/s hızlanıyorsa aracın ivmesinin büyüklüğü sabit ve 5 m/s^2 olur.

Cisme hareket yönüyle aynı doğrultuda kuvvet uygulandığında cismin hızı artar. Bu durumda cismin ivmesinin yönü de hareket yönüyle aynıdır ve pozitiftir. Bununla birlikte hareket yönüne ters yönde kuvvet uygulanan cismin hızı azalır. Bu durumda cismin ivmesinin yönü hareket yönüne zıttır ve negatiftir.

Örnek

Bir şehirde yeni açılacak olan metro hattındaki araçların hız büyüklüklerinin her 1 s'deki değişimi analiz edilerek hızlanma süresi test edilmektedir. Başlangıçta durmakta olan bir aracın 4 m/s^2 büyüklüğündeki sabit ivme ile gerçekleştirdiği hız değişimi hesaplanacaktır.

Buna göre metronun

a) Verilen zamanlarda anlık hız değerini hız değişiminin büyüklüğünden yararlanarak tabloya yazınız.

Zaman (s)	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Hız Büyüklüğü (m/s)							

b) 6. s'deki hızının büyüklüğünü ivmenin matematiksel modelinden yararlanarak hesaplayınız.

Çözüm

a) Metronun ivme büyüklüğünün 4 m/s^2 olması, her 1 s'de hızının 4 m/s artacağı anlamına gelir. (0-6) s aralığında metronun hız büyüklüğü ve zaman bilgileri tablodaki gibi olur.

Zaman (s)	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	4	8	12	16	20	24

b) $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{\vartheta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$ matematiksel modelinde bilinen değerler yerine yazılırsa

$4 = \frac{\vartheta_{son} - 0}{6 - 0}$ bulunur. Buradan son hızın büyüklüğü $\vartheta_{son} = 24\ m/s$ bulunur.

Örnek

Bir motosikletli teslimat görevlisi, gelen siparişi adrese teslim etmek amacıyla dağıtım merkezinden hareket başlar. Bir süre sonra önüne kasis çıktığı için yavaşlar.

Teslimat görevlisine ait ϑ-t tablosu aşağıdaki gibi olduğuna göre teslimat görevlisinin her 1 s aralığındaki ivmesini bularak ivmenin pozitif ve negatif olma durumlarını yorumlayınız.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	6	12	18	18	12

Çözüm

Teslimat görevlisinin ivmesi $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{\vartheta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$ matematiksel modeliyle hesaplanır.

Buna göre teslimat görevlisinin ivme büyüklüğü

(0-1) s arasında $a = \frac{6-0}{1-0} = 6\ m/s^2$,

(1-2) s arasında $a = \frac{12-6}{2-1} = 6\ m/s^2$,

(2-3) s arasında $a = \frac{18-12}{3-2} = 6\ m/s^2$,

(3-4) s arasında $a = \frac{18-18}{4-3} = 0\ m/s^2$,

(4-5) s arasında $a = \frac{12-18}{5-4} = -6\ m/s^2$ bulunur.

Elde edilen hesaplamalar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Zaman Aralığı (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
İvme Büyüklüğü (m/s^2)	6	6	6	0	–6

Tablodaki verilerde görüldüğü gibi teslimat görevlisinin

(0-1) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(1-2) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(2-3) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(3-4) s zaman aralığında hızı değişmediği için ivmesi sıfır olur.

(4-5) s zaman aralığında hızı pozitif yönde azaldığı için ivmesi negatif olur.

1.7. Soru

Kürek çekme, koşu gibi spor dallarında hız ve ivme, performansı belirleyen temel etmenlerdendir. Kürek çekme, sporcunun su direncine karşı kas gücünü kullandığı ve yüksek ivme kazanmayı hedeflediği bir dayanıklılık sporudur. Koşuda ise sporcunun hızını çok kısa sürede artırabilme kabiliyeti önemlidir.

Kürek sporcularının kürek tekniğini geliştirmesine ve hızlarını artırmasına, koşucuların ise maksimum hız performansı sağlamasına yardımcı olmak için yeni teknoloji ürünleri kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan takip sistemleri dış mekân çalışmalarında sporcuların konum, hız, ivme, rota gibi bilgilerini toplar. Toplanan bilgiler sporcuların kendi performansını değerlendirebilmesini sağlar.

Aşağıda Tablo 1 ve Tablo'2 de sırasıyla kürek takımı ve koşu yapan sporcunun performanslarının ilk zamana ilişkin ivme ve hız büyüklükleri verilmiştir.

Tablolarda verilen bilgileri inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Tablo 1

Zaman (s)	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Kürek Çekme Sayısı	0	24	40	40	56	56	56	56	120	216	216	228
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	0,8	1,6	….	2,4	….	…	2,4	…	9,6	9,6	….
İvme Büyüklüğü (m/s^2)	0	0,8	0,8	0	0,8	0	0	0	2,4	2,4	0	1,2

Tablo 2

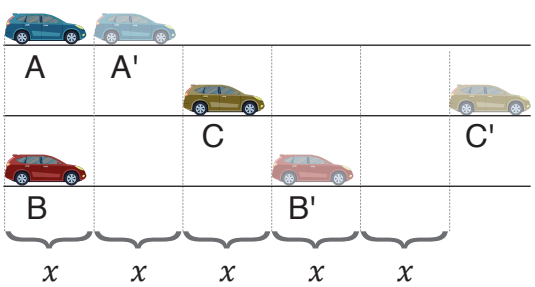
Zaman (s)	**0**	**2**	**2,80**	**3,80**	**4,2**	**5,4**	**6,3**	**7,1**	**7,9**	**8,7**	**9,58**
Konum (m)	0	6	11,76	21,66	26,4	41,16	52,77	62,61	72,29	81,65	91,57
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	6	8,4	11,4	12,3	12,3	12,3	12,3	11,9	11,5	11,06
İvme Büyüklüğü (m/s2)	0	3	….	….	3	….	0	….	0,5	….	0,5

a) Kürek takımının hız ve koşucunun ivme büyüklerini belirleyiniz. Kürek takımına ait verileri Tablo 1'de, koşucuya ait verileri Tablo 2'de uygun yerlere yazınız.

b) Kürek takımının ve koşucunun hareketlerini, sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket ile ilişkilendirin. Hız ve ivme değerlerini Tablo 1 ve Tablo 2'de yazarken bu değerleri seçme nedenlerinizi ve ilişkilendirdiğiniz hareket türlerini açıklayın.

Cevap

1.8. Soru



Doğrusal bir yolda durmakta olan A, B ve C araçları aynı anda sabit ivmeli harekete başlamıştır. Araçların t süre sonunda geldiği konumlar şekilde sırasıyla A', B' ve C' olarak gösterilmektedir.

Buna göre t sürede

I. B'nin ivmesinin büyüklüğü A'dan fazladır.

II. B'nin ivmesinin büyüklüğü C'den fazladır.

III. C'nin ivmesinin büyüklüğü A'dan fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur? Gerekçeleriyle açıklayınız.

Cevap

1.9. Soru

Doğrusal bir yolda hareket eden K, L, M ve N araçlarının ilk hız ve ivme büyüklükleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Buna göre K, L, M ve N araçlarının

a) 3. s'deki son hız büyüklüğünü ve (0-3) s zaman aralığındaki hız değişimlerinin büyüklüğünü tabloya yazınız.

Araç	İlk Hız Büyüklüğü (m/s)	Son Hız Büyüklüğü (m/s)	Hız Değişiminin Büyüklüğü (m/s)	İvme Büyüklüğü (m/s^2)	Zaman Değişimi (s)
K	0			+2	3
L	10			–2	3
M	–10			+2	3
N	–10			–2	3

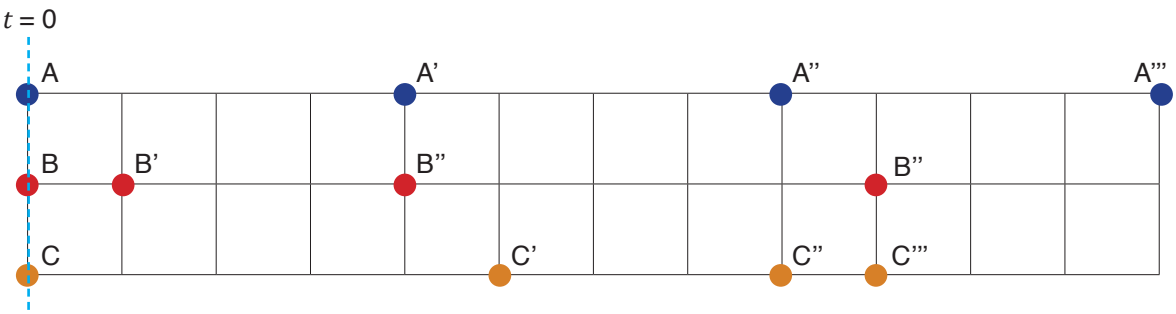
b) Hız değişimleri ve ivme büyüklükleri arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

Cevap

1.10. Soru

İvme sensörleri taşıtlarda savrulmayı önleyici sistemlerin geliştirilmesi, cep telefonlarında ekran yöneliminin algılanarak hareketle kontrol edilmesi ve menüler arasında geçiş sağlanması, oyun sistemlerinde kontrol çubuklarının yönlendirilmesi gibi işlevlerle kullanılmaktadır.

Aşağıda bir oyuna ait farklı kontrol çubuklarındaki A, B ve C ivme sensörlerinin zamana bağlı konumları gösterilmiştir. A ivme sensörünün her t süre sonra geldiği konumlar A', A" ve A"' olarak verilmiştir. Benzer şekilde B ve C sensörlerinin konumları da şekilde gösterilmiştir ve şekil eşit bölmelendirilmiştir.



Buna göre

a) Sensörlerin ivme büyüklükleri a_A, a_B ve a_C arasındaki büyüklük ilişkisini yazınız.

b) Birim zamanda ivme sensörlerinin hız değişimleri ve ivme büyüklükleri arasındaki ilişkiyi kısaca açıklayınız.

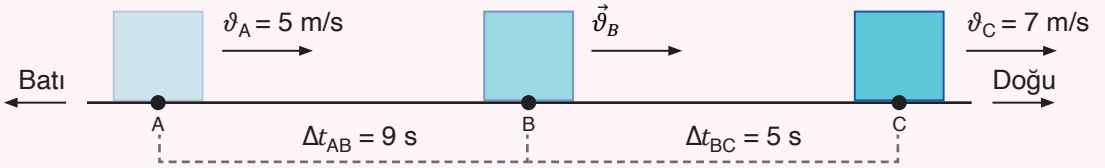
c) İvme hız vektörlerinin yönlerini karşılaştırarak B ve C sensörlerinin hareket türüne ilişkin genellemeyi yazınız.

Cevap

ÇIKIŞ KARTI

SABİT İVMELİ HAREKET

Şekilde yatay doğrultuda hareket eden cismin A, B ve C konumlarından geçtiği andaki hızlarının büyüklüğü ve bu konumlar arasındaki hareket süresi gösterilmiştir. Cismin hız büyüklüğü A ve C noktalarından geçerken sırasıyla 5 m/s ve 7 m/s olmaktadır. Şekli inceleyerek ivme ve ivme yönü hakkındaki mevcut bilgilerinizden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız. a ve b maddelerine verdiğiniz cevapları aşağıdaki tabloya yazınız.



Konum	İlk Hız Büyüklüğü (m/s)	Son Hız Büyüklüğü (m/s)	Geçen Zaman (s)	Hızın Büyüklüğü		İvmenin Büyüklüğü (m/s^2)	İvmenin Yönü	
				Artar.	Azalır.		Doğu	Batı
A-B	5 m/s		9 s			3 m/s^2		
B-C		7 m/s	5 s					

a) A konumundaki hızının büyüklüğü ϑ_A = 5 m/s olan cisim, 3 m/s^2 olan ivme büyüklüğü ile 9 s boyunca düzgün hızlanmaktadır. Cismin B konumundaki ϑ_B hızının büyüklüğünü hesaplayarak tabloya yazınız ve cismin ivmesinin yönünü tabloya işaretleyiniz.

b) Cisim B ve C konumları arasında 5 s düzgün yavaşlamakta ve cismin hız büyüklüğü ϑ_C = 7 m/s'ye düşmektedir. Cismin bu konumlar arasındaki ivmesinin büyüklüğünü ve yönünü tabloda yer alan ilgili bölüme yazınız.

c) Sabit ivme ile hareket eden bir cismin hızı, ivmenin büyüklüğüne bağlı olarak ne şekilde değişebilir? İvme ile hız değişimi arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklayınız.

Aşağıda verilen ifadeleri konuyu anlama durumunuza göre işaretleyiniz.

	Konuyu anladım.
	Konuyu anlamam için zamana ve desteğe ihtiyacım var.

Sabit ivmeli hareket ile ilgili öğrendiklerim şunlardır:

Anlamadığım noktalar şunlardır:

Konuyu pekiştirmek için yapabileceklerim şunlardır:

Çıkış kartınız öğretmeniniz tarafından "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

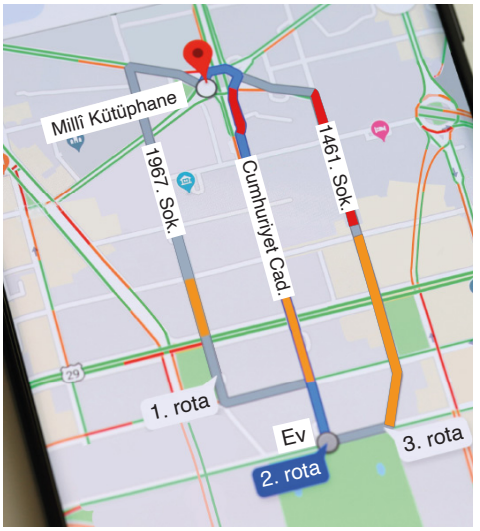
B) Yatay Doğrultuda Sabit İvmeyle Hareket Eden Cisimlerin Hareketi

Sürücüler araçlarının hızını şehir içinde seyir hâlindeyken trafik lambaları, yayalar, trafik yoğunluğu gibi sebeplerle sık sık değiştirmek zorunda kalır. Araçların sabit hız büyüklüğü ile hareket etmek yerine ivmeli hareket etmesi, motorun daha fazla enerji harcamasına ve daha fazla yakıt tüketmesine neden olur. Bunu önlemek amacıyla şehir içindeki ana arterlerde yeşil dalga sistemi uygulanmaktadır.

İvmeli Hareket

Bir cismin ivmesi, hızındaki değişimin zamana oranıdır. Cismin hız vektörü ile ivme vektörü aynı yönlü ise cisim düzgün hızlanan, zıt yönlü ise cisim düzgün yavaşlayan hareket yapar.

1.11. Soru



Millî Kütüphaneye gitmek üzere arabasıyla yola çıkan Elif, GPS [global positioning system/globıl pozişıning sistım (küresel konumlama sistemi)] uygulamasından farklı güzergâhları kontrol ederek hareket etmek istemektedir. Yandaki görselde Elif'in evi ile Millî Kütüphane arasındaki farklı yollar gösterilmiştir. Yollar üzerindeki gri renk alternatif rotaları, mavi renk seçilen rotayı; turuncu ve kırmızı ise sırasıyla artan trafik yoğunluğunu ifade eder.

Buna göre

a) Elif en kısa sürede Millî Kütüphaneye ulaşabilmek için hangi güzergâhı tercih etmelidir? Nedenini arkadaşlarınızla tartışınız ve elde ettiğiniz sonuçları kısaca yazınız.

b) Arkadaşlarınızla yakıt sarfiyatının sonuçlarını ve yakıt sarfiyatını önleme yollarını çevre kirliliği ve tasarruf bağlamında tartışınız. Ulaştığınız sonuçları listeleyiniz.

Cevap

1.3. Etkinlik

Adı	SABİT İVMELİ HAREKET GRAFİKLERİ
Amaç	Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden cisme ait konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafiklerini çizerek matematiksel modeller yardımıyla yorumlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

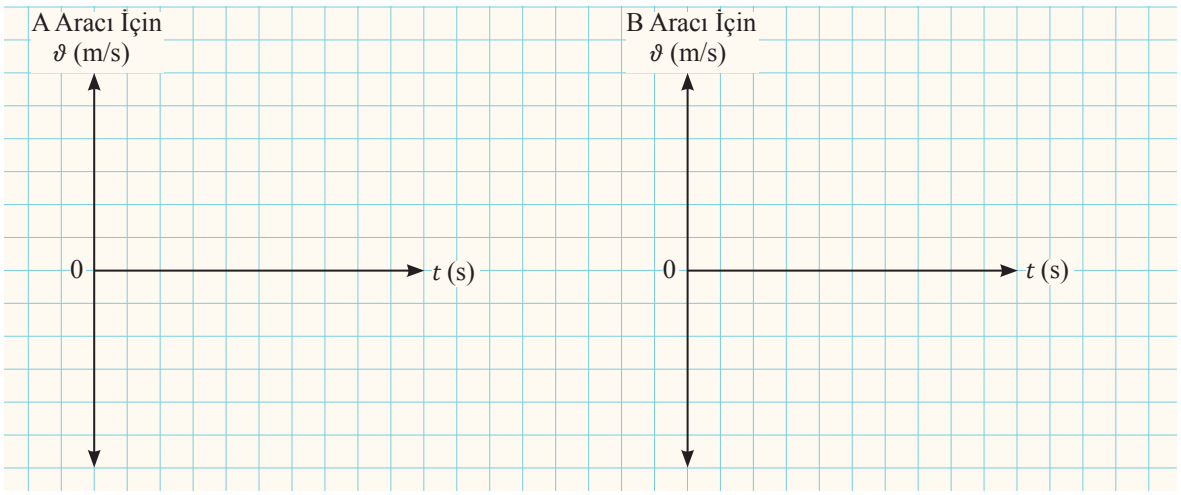
1. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.
2. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız. Karşınıza çıkan ekranda "Hızlanan Hareket" butonuna tıklayınız.
3. Simülasyon ekranının üst bölümünde yer alan "A aracının ivme büyüklüğü" ve "B aracının ivme büyüklüğü" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ivme büyüklüklerini belirleyiniz.

4. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak araçların yatay doğrultudaki hareketini (pozitif ve negatif yönde hızlanan hareket) inceleyiniz. Aşağıdaki Tablo 1'e A ve B araçları için belirlediğiniz ivmelerin büyüklüklerini ve araçların tabloda belirtilen zamanlardaki hız büyüklüklerini yazınız.

Tablo 1: Hızlanan A ve B Araçlarının İvme ve Hız Büyüklükleri

	Zaman (s)	**0**	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
A Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... m/s²	**A Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)**						
B Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... m/s²	**B Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)**						

5. Tablo 1'deki değerlerden yararlanarak zıt yönlerde hızlanarak hareket eden A ve B araçlarına ait ϑ-t grafiklerini ilgili alana çiziniz. Çizdiğiniz grafikleri karşılaştırınız ve karşılaştırmaya ilişkin yorumlarınızı verilen alana yazınız.



6. ϑ-t grafiğinden yararlanarak hız ve konum arasındaki ilişkiyi ifade ediniz.

7. Simülasyon ekranındaki "SIFIRLA" butonuna basınız. Karşınıza çıkan ekranda "Yavaşlayan hareket" butonuna tıklayınız.

8. Simülasyon ekranının üst bölümünde yer alan "A aracının ivme değeri" ve "B aracının ivme değeri" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ivme büyüklüklerini belirleyiniz.

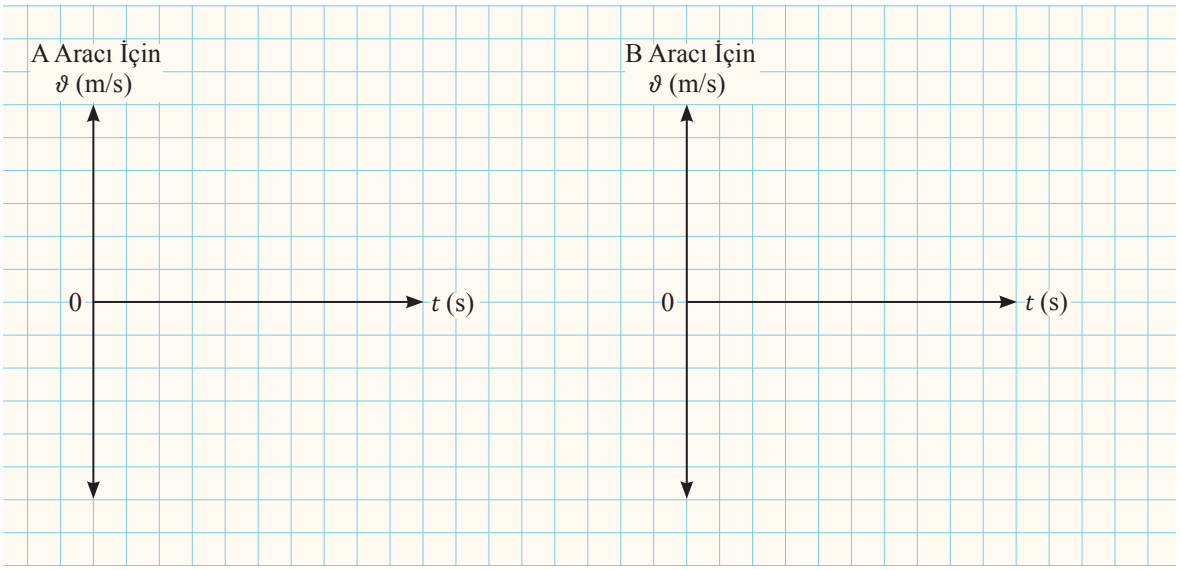
9. "A aracının ilk hızı" ve "B aracının ilk hızı" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ilk hızlarının büyüklüklerini belirleyiniz.

10. Ekranda beliren "Başlat" butonuna tıklayarak araçların yatay doğrultudaki hareketini inceleyiniz. Tablo 2'ye A ve B araçları için belirlediğiniz ivme büyüklüklerini ve araçların tabloda belirtilen zamanlardaki hız büyüklüklerini yazınız.

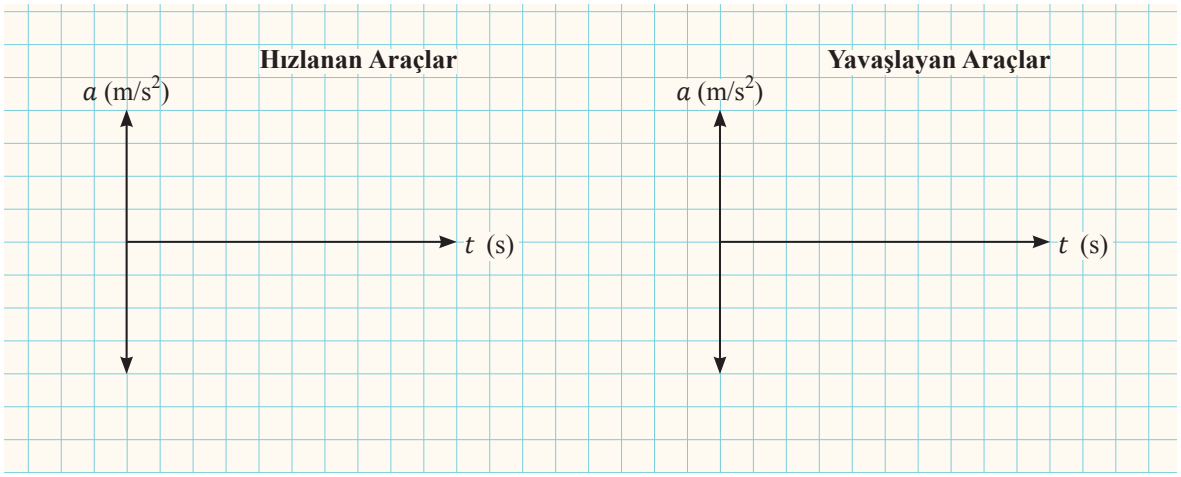
Tablo 2: Yavaşlayan A ve B Araçlarının İvme ve Hız Büyüklükleri

	Zaman (s)	**0**	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
A Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... m/s²	**A Aracının Hızının Büyüklüğü (m/s)**						
B Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... m/s²	**B Aracının Hızının Büyüklüğü (m/s)**						

11. Tablo 2'deki değerlerden yararlanarak ters yönlerde yavaşlayan A ve B araçlarına ait ϑ-t grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.



12. Çizdiğiniz ϑ-t grafiklerinden yararlanarak araçlara ait a-t grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak yorumlayınız. Çizdiğiniz grafiklerin üzerine hangi araca ait olduğunu yazınız.



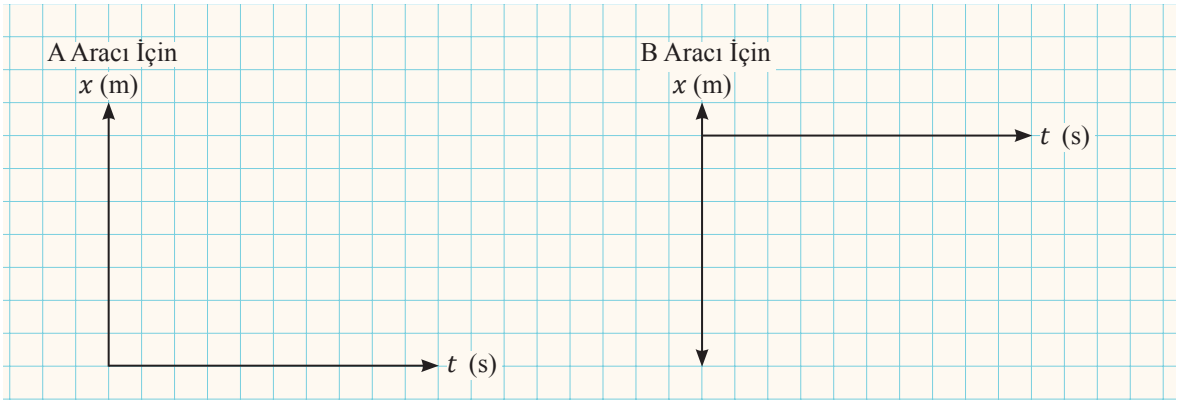
13. ϑ-t grafiğinden yararlanarak yer değiştirme ve ivme büyüklüklerine ait matematiksel modelleri yazınız.

14. A ve B araçlarının hızlanma hareketi için çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak araçların konumlarını Tablo 3'te ilgili yerlere yazınız.

Tablo 3: A ve B Araçlarının Konumları

Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Konumu (m)						
B Aracının Konumu (m)						

15. Tablo 3'teki bilgilerden yararlanarak zıt yönlerde hareket eden A ve B araçlarına ait x-t grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.

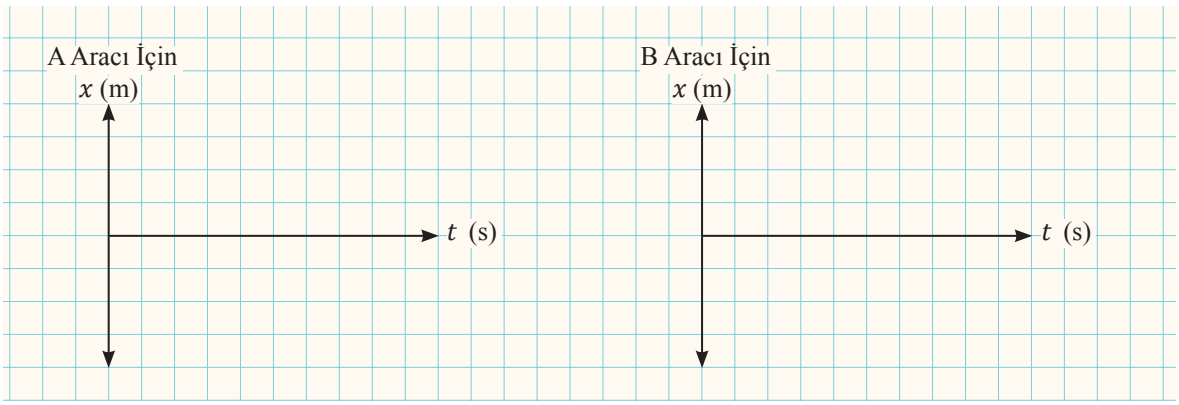


16. A ve B araçlarının yavaşlama hareketi için çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak araçların konumlarını Tablo 4'te ilgili yerlere yazınız.

Tablo 4: A ve B Araçlarının Konumları

Zaman (s)	**0**	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
A Aracının Konumu (m)						
B Aracının Konumu (m)						

17. Tablo 4'teki bilgilerden yararlanarak zıt yönlerde hareket eden A ve B araçlarına ait x-t grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.

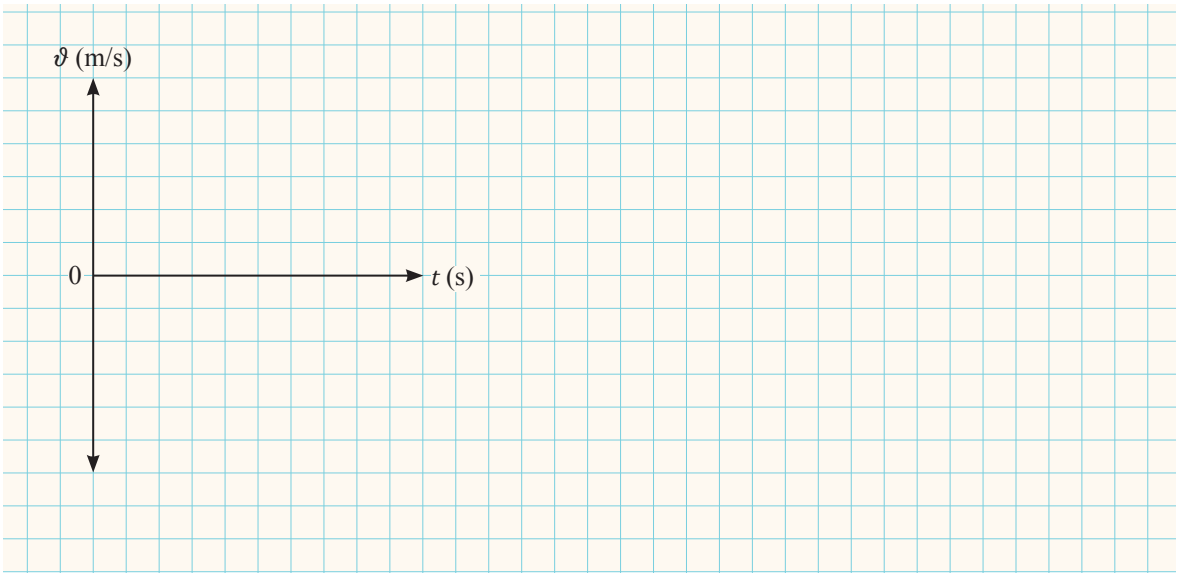


18. Yer değiştirme ve ivme için bulduğunuz matematiksel modelleri kullanarak yer değiştirme ve ivme arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıyı ilgili alana yazınız.

19. Etkinlikteki işlem basamaklarında bulunan sorulara verdiğiniz cevaplardan yararlanarak çizdiğiniz grafik değerleri ve matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz

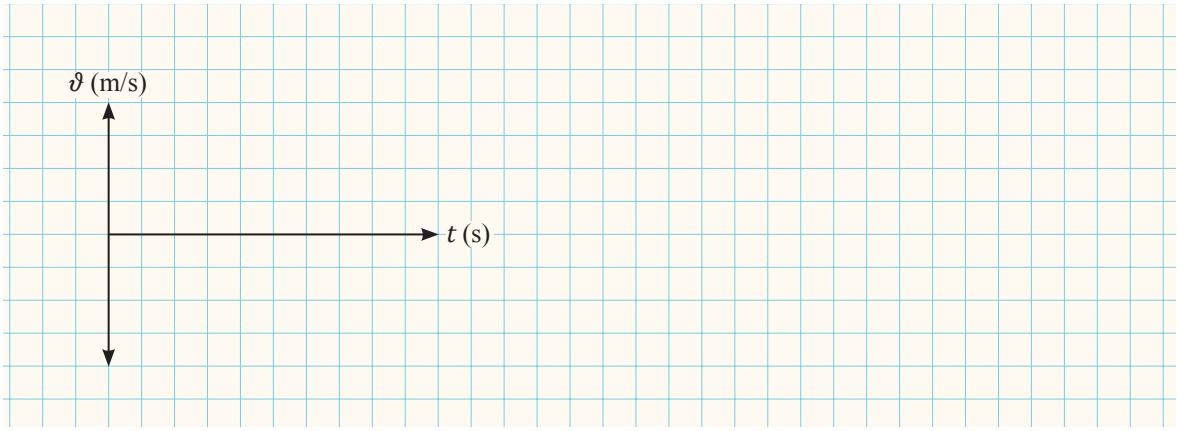
Değerlendirme

1. $t = 0$ anında hızının büyüklüğü 2 m/s olan bir araç, 4 m/s^{2}lik sabit ivmeyle hızlanmaktadır. Aracın ϑ-t grafiğini çizerek hızının ve yer değiştirmesinin matematiksel modelini yazınız. Aracın 5. s'deki hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.

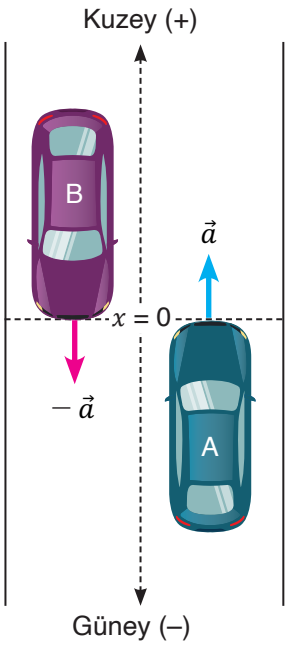


2. Doğrusal bir yolda A noktasından durgun hâlden harekete başlayan araç, 2 m/s^2 ivme büyüklüğü ile 10 s düzgün hızlanarak B noktasına ulaşmıştır. Araç, B noktasında 4 m/s^2 ivme büyüklüğü ile düzgün yavaşlayarak C noktasında durmuş ve C noktasından geri dönerek A noktasından 10 m/s hız büyüklüğü ile geçmiştir.

Buna göre aracın ϑ-t grafiğini çiziniz. Grafikten yararlanarak aracın C noktasından A noktasına hareketi sırasındaki ivmesinin büyüklüğünü hesaplayarak yazınız.

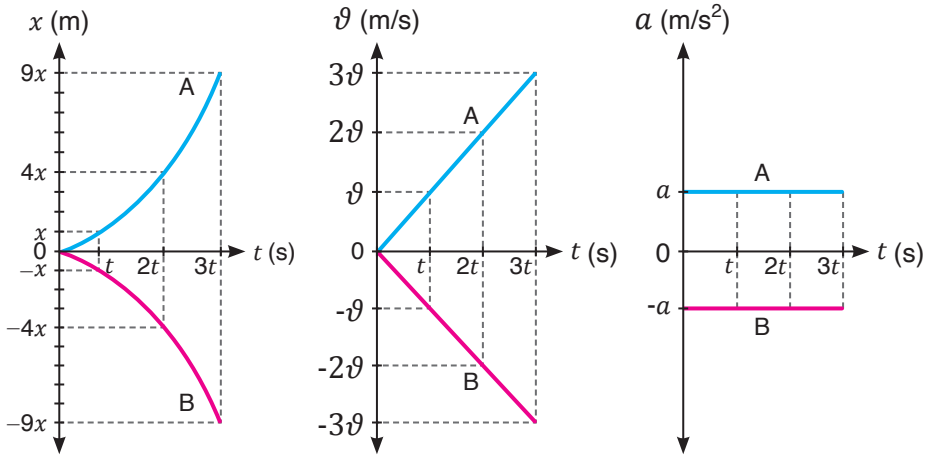


Şekil 1.2'de doğrusal bir yolda $x = 0$ konumundan durgun hâlden harekete başlayan A ve B araçları gösterilmektedir. A aracı kuzey yönünde, B aracı güney yönünde hızlanarak ilerlemektedir. Kuzey yönü pozitif yön kabul edilirse A aracına ait grafikler yatay eksenin üstünde, B aracına ait grafikler ise yatay eksenin altında yer alır.



Şekil 1.2: *Durgun hâlden zıt yönlerde sabit ivmeyle hızlanan A ve B araçları*

Zıt yönlerde hızlanan A ve B araçlarının hareketlerine ait x-t, ϑ-t, ve a-t grafikleri Grafik 1.3'teki gibi olur.

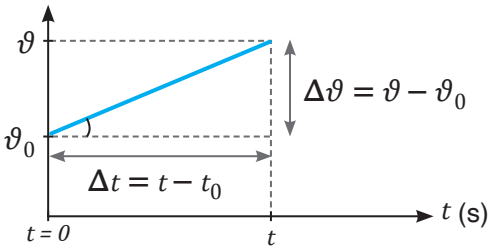


Grafik 1.3: *A ve B araçlarına ait x-t, ϑ-t, a-t grafikleri*

Verilen x-t grafiğindeki parabolik eğrinin zaman eksenin üstünde olması aracın pozitif yönde hızlandığını, altında olması negatif yönde hızlandığını gösterir.

Aracın hız değişimi ($\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}$) pozitif olduğunda ivme pozitif, hız değişimi negatif olduğunda ivme negatif değer alır. Bu durumda A aracının ivmesi pozitif, B aracının ivmesi negatif olur.

$x = 0$ noktasından ϑ_0 ilk hız ile geçen ve pozitif yönde hızlanan bir aracın ϑ-t grafiği Grafik 1.4'teki gibi olur. Grafiğin eğiminden yararlanarak cismin ivmesinin büyüklüğü hesaplanabilir.



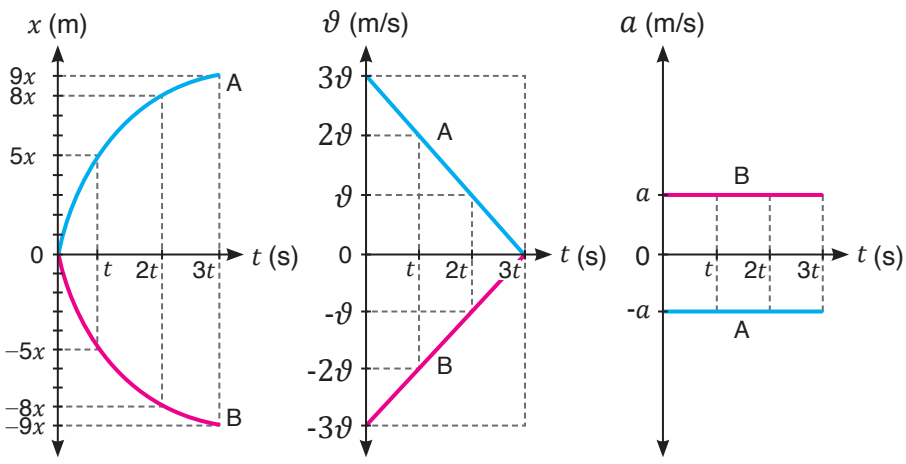
Grafik 1.4: *$t = 0$ anında ϑ_0 hızıyla hızlanan hareket*

Grafikten yararlanarak $\frac{\Delta\vartheta}{\Delta t} = \frac{\vartheta - \vartheta_0}{t - 0} = a$ yazılır. İfade düzenlendiğinde $\vartheta = \vartheta_0 + a \cdot t$ matematiksel modeli elde edilir. Grafik çizgisinin yatay eksen ile arasında kalan alanın hesaplanmasıyla cismin yatay doğrultuda aldığı mesafe bulunabilir.

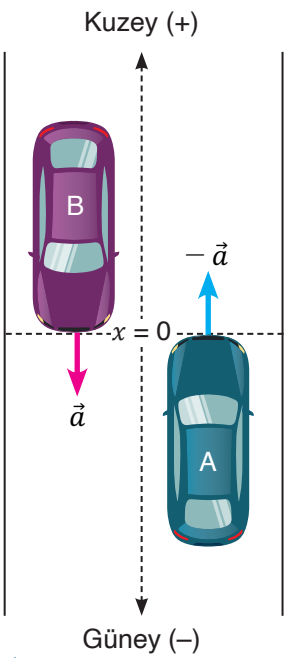
Bu durumda $\Delta x = \frac{(\vartheta + \vartheta_0)}{2} \cdot t$ elde edilir. Bu denklemde $\vartheta = \vartheta_0 + a \cdot t$ yerine yazıldığında yer değiştirme büyüklüğü için $x = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ matematiksel denklemi elde edilir.

Şekil 1.3'te doğrusal bir yolda $x = 0$ konumundan ilk hız ile geçen A ve B araçları gösterilmektedir. A aracı kuzey yönünde, B aracı güney yönünde yavaşlayarak ilerlemektedir. A aracının hız değişimi ($\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}$) negatif olduğundan ivmesi negatif, B aracının hız değişimi pozitif olduğundan ivmesi pozitif olur.

Doğrusal bir yolda $x = 0$ noktasından 3ϑ hızı ile geçen ve zıt yönlerde yavaşlayan A ve B araçlarının hareketlerine ait x-t, ϑ-t, ve a-t grafikleri Grafik 1.5'teki gösterilmektedir.

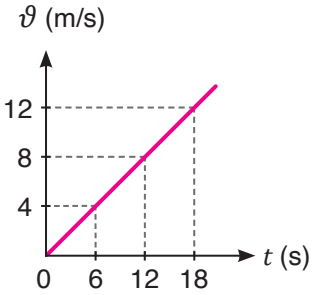


Grafik 1.5: *A ve B araçlarına ait x-t, ϑ-t, a-t grafikleri*



Şekil 1.3: *Zıt yönlerde sabit ivmeyle yavaşlayan A ve B araçları*

Örnek



$t = 0$ anında $x = 0$ konumundan koşmaya başlayan bir koşucunun hızının zamana bağlı değişim grafiği yanda verilmiştir.

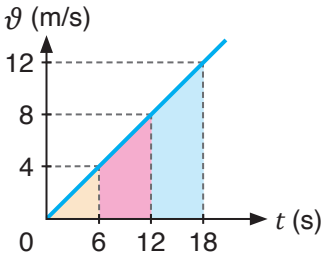
Buna göre koşucunun hareketine ait

a) x-t grafiğini çiziniz.

b) a-t grafiğini çiziniz.

Çözüm

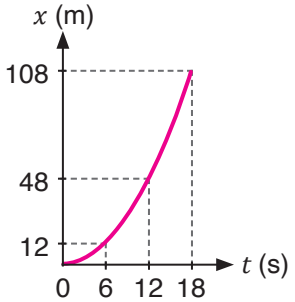
a) Koşucunun x-t grafiğinin çizilebilmesi için ϑ-t grafiğinden yararlanılır. Koşucunun ϑ-t grafiğinde her bir zaman aralığındaki ortalama hız ile geçen süre çarpılarak o aralıktaki yer değiştirme büyüklüğü hesaplanır. Buna göre $\Delta x = \vartheta_{ort} \cdot \Delta t$ matematiksel modelinden koşucunun yer değiştirme büyüklüğü



(0-6) s aralığında $\Delta x_1 = \frac{4}{2} \cdot 6 = 12$ m,

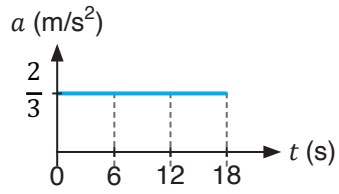
(6-12) s aralığında $\Delta x_2 = \frac{(8+4)}{2} \cdot 6 = 36$ m,

(12-18) s aralığında $\Delta x_2 = \frac{(8+12)}{2} \cdot 6 = 60$ m olarak hesaplanır.



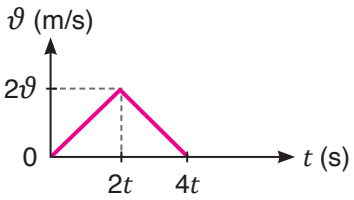
Elde edilen değerlere göre cismin x-t grafiği yandaki gibi olur.

b) Koşucunun ivmesini hesaplamak için koşucuya ait ϑ-t grafiğinden yararlanılarak verilen zaman aralıklarındaki hız değişimi bulunur. Grafiğe göre (0-6) s zaman aralığındaki hız değişimi 4 – 0 = 4 m/s, (6-12) s zaman aralığındaki hız değişimi 8 – 4 = 4 m/s ve benzer şekilde (12-18) s zaman aralığındaki hız değişimi 12 – 8 = 4 m/s'dir. Bu durumda koşucunun her 6 s'de hızının büyüklüğü 4 m/s arttığı için ivmesinin büyüklüğü $\frac{2}{3}$ m/s^2 olur.



Koşucunun ivmesi sabit bir değer olduğundan koşucuya ait a-t grafiği yandaki gibi olur.

Örnek



Türkiye Ralli Şampiyonası için yarış pistinde antrenman yapmakta olan sporcunun kullandığı aracın hareketine ait ϑ-t grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre aracın

a) (0-4t) zaman aralığındaki hareketini yorumlayınız.

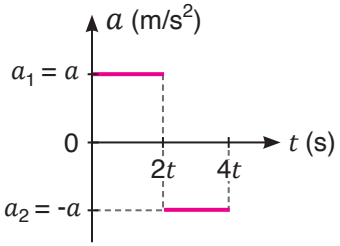
b) (0-2t) ve (2t-4t) zaman aralıklarındaki ivme büyüklüklerini a cinsinden bularak a-t grafiğini çiziniz.

c) Yer değiştirme büyüklüklerini x cinsinden bularak x-t grafiğini çiziniz.

Çözüm

a) Araç $t = 0$ anında durmakta iken $2t$ anında 2ϑ hız büyüklüğüne ulaşmaktadır. (0-2t) zaman aralığında grafik yatay eksenin üstünde olduğundan araç bu aralıkta pozitif yönde düzgün hızlanan hareket yapar. $2t$ anında 2ϑ hız büyüklüğüne sahip aracın $4t$ anındaki hızı sıfır olmaktadır. Bu durumda araç (2t-4t) zaman aralığında pozitif yönde düzgün yavaşlayan hareket yapar.

b)

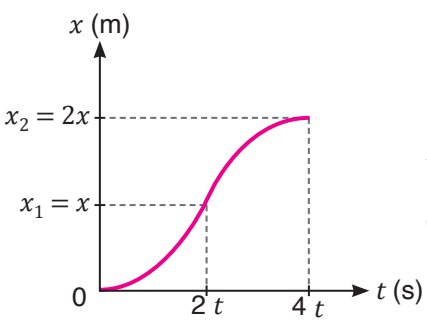


Aracın ivme büyüklüğü $a = \frac{\Delta\vartheta}{\Delta t}$ matematiksel modeline göre bulunur. Buna göre (0-2t) aralığında aracın ivmesinin büyüklüğü $a_1 = \frac{2\vartheta - 0}{2t - 0} = \frac{2\vartheta}{2t} = \frac{\vartheta}{t}$ hesaplanır. Bu değer a olarak kabul edilirse (2t-4t) aralığında aracın ivmesinin büyüklüğü $a_2 = \frac{0 - 2\vartheta}{4t - 2t} = -\frac{2\vartheta}{2t} = -\frac{\vartheta}{t} = -a$ şeklinde bulunur.

c) Aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü ϑ-t grafiğinden elde edilen $x = \frac{1}{2}\, a \cdot t^2$ matematiksel modeline göre hesaplanır. (0-2t) aralığında aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü

$x_1 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (2t - 0)^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4t^2$ bulunur. Bu değer x olarak kabul edilirse (2t-4t) aralığında aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü

$x_2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (4t - 2t)^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4t^2 = x$ olarak bulunur. Bu durumda aracın toplam yer değiştirmesi $2x$ olur.

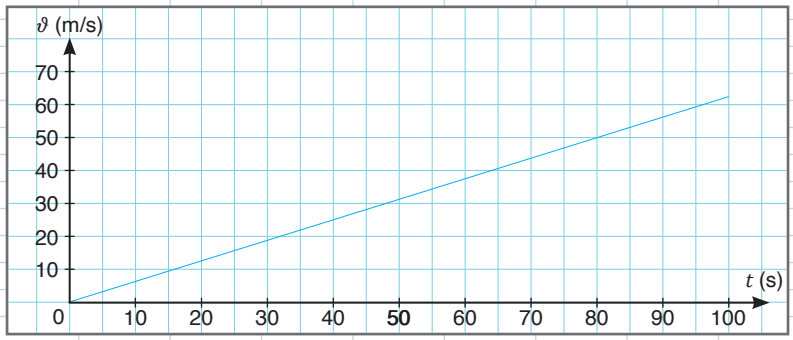


Araç (0-2t) zaman aralığında pozitif yönde hızlandığından ve (2t-4t) zaman aralığında pozitif yönde yavaşladığında aracın x-t grafiği şekildeki gibi olur.

1.12. Soru

İstanbul-Ankara arasında sefer yapan bir yüksek hızlı tren (YHT), Eskişehir İstasyonu'nda durup yolcu indirme ve bindirme işlemini tamamladıktan sonra tekrar harekete başlamaktadır. Tren, yatay doğrultuda belli bir mesafeyi 0,62 m/s^{2}lik sabit ivme ile gitmektedir. Bu harekete ait veriler kullanılarak trenin ϑ-t grafiği bir bilgisayar programı yardımıyla şekildeki gibi çizilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	İvme Büyüklüğü		0,62 m/s^2								
2											
3	Zaman (s)	Hız (m/s)									
4	0	0									
5	5	3,1									
6	10	6,2									
7	15	9,3									
8	20	12,4									
9	25	15,5									
10	30	18,6									
11	35	21,7									
12	40	24,8									
13	45	27,9									
14	50	31									
15	55	34,1									
16	60	37,2									
17	65	40,3									
18	70	43,4									
19	75	46,5									
20	80	49,6									
21	85	52,7									
22	90	55,8									
23	95	58,9									
24	100	62									



Buna göre yüksek hızlı trenin

a) 100 s'de aldığı yol kaç m olur?

b) Grafik doğrusu üzerindeki herhangi iki noktadan eğimi hesaplayınız ve elde ettiğiniz eğim değerini ivme değeri ile karşılaştırınız.

c) (90-100) s zaman aralığında yapmış olduğu yer değiştirmeyi grafik üzerinde gösteriniz.

ç) Hareketi boyunca ortalama hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

Cevap

1.13. Soru

Bir araç, yatay doğrultuda sabit 20 m/s hız büyüklüğü ile yol almaktadır. Sürücü trafikte seyir hâlindeyken önündeki aracın ani bir şekilde durmasından 0,5 s sonra frene basmaktadır.

Aracın yavaşlama ivmesinin büyüklüğü 4 m/s^2 olduğuna göre

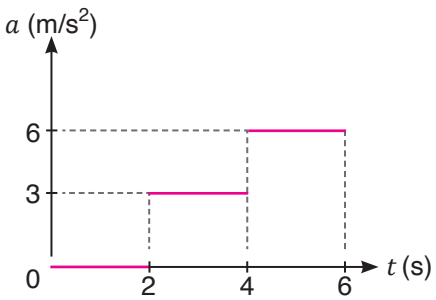
a) Durana kadar toplam aldığı yol kaç m olur?

b) Sürücü tepki süresi olmaksızın frene basabilseydi aracın durma mesafesi kaç m olurdu? Hesaplayınız.

c) Hız büyüklüğünün 40 m/s olması durumunda durma mesafesi kaç m olurdu? Hızın durma mesafesine etkisini yorumlayınız.

Cevap

1.14. Soru



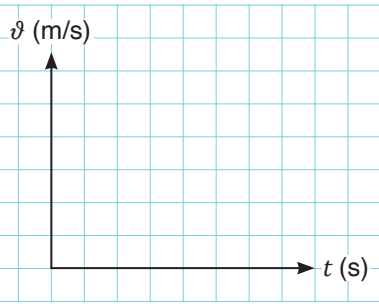
Yatay doğrultuda sabit ivmeli hareket eden bir cismin a-t grafiği şekildeki gibidir.

Başlangıçta cismin hız büyüklüğü 10 m/s olduğuna göre

a) ϑ-t grafiğini çiziniz.

b) 6 s'de yaptığı yer değiştirmeyi hesaplayınız.

Cevap



1.15. Soru

Kısa sürede yüksek hızlara ulaşan bir araç satın almak isteyen bir sürücü, otomobil ve motosiklet arasında seçim yapmakta zorlanmaktadır. Araç satış noktalarından birindeki satıcı, sürücüye tanıttığı otomobilin 30 m/s sürate ulaşabilmesi için sabit 10 m/s^2 büyüklüğünde sabit ivmeyle hareket ettiğini, motosikletin ise 10 s'de 400 m yer değiştirdiğini ifade eder. Satıcı, sürücüye bu büyüklüklerin otomobil ve motosikletin doğrusal bir yol üzerinde durgun hâlden harekete geçerek düzgün hızlanması durumunda geçerli olduğunu belirtir. Tanıtılan araçlardan birinin diğerine kıyasla daha yüksek hıza ulaştığına karar veren sürücü, bu aracı satın alır.

Buna göre

a) Otomobil ve motosiklet aynı konumdan aynı anda ve aynı yöne doğru durgun halden harekete geçerek düzgün hızlandığında araçların 1. s'de aralarındaki uzaklık kaç m olur?

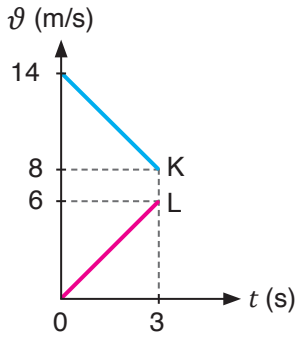
b) Otomobilin ve motosikletin 10 s'lik zaman dilimine ait hız-zaman grafiklerini çiziniz.

c) Motosikletin ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 dir?

ç) Sürücünün hangi aracı tercih ettiğini düşünüyorsunuz? Gerekçenizi yazınız.

Cevap

Örnek



Doğrusal bir yolda t = 0 anında durmakta olan L aracı sabit ivme ile harekete başladığı anda K aracı 14 m/s hızla L aracının yanından geçerek düzgün yavaşlamaya başlamaktadır. L aracı hızını 3 s'de 6 m/s'ye çıkarırken K aracı hızını 14 m/s'den 8 m/s'ye düşürmüştür.

K ve L araçlarının yanda verilen ϑ-t grafiğine göre

a) Hareketlerini tanımlayarak hız değişimlerini karşılaştırınız ve a-t grafiklerini çiziniz.

b) (0-3) s arasındaki yer değiştirmelerini bulunuz.

c) Aralarındaki mesafe 3 s sonra kaç m olur? Hesaplayınız.

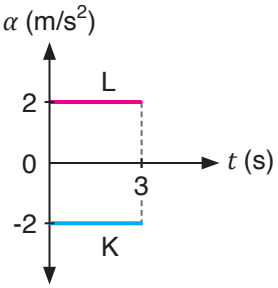
Çözüm

a) K ve L araçlarının ϑ-t grafiği yatay eksenin üzerinde olduğundan her iki araç da pozitif yönde hareket etmektedir. Hız büyüklüğü zamanla azaldığından K aracı düzgün yavaşlayan hareket, hız büyüklüğü zamanla arttığından L aracı düzgün hızlanan hareket yapmaktadır.

Araçların ivme büyüklükleri ϑ-t grafiğinden yararlanarak $a = \dfrac{\vartheta_{son} - \vartheta_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$ matematiksel modelinden hesaplanır.

Buna göre

$a_K = \dfrac{8-14}{3-0} = \dfrac{-6}{3} = -2$ m/s^2 ve $a_L = \dfrac{6-0}{3-0} = \dfrac{6}{3} = 2$ m/s^2 bulunur.



Bu durumda araçların eşit zaman aralıklarında ivme büyüklükleri aynı olduğundan hız değişimleri eşit olur. K ve L araçlarının a-t grafiği yandaki gibi olur.

b) Araçların yer değiştirmeleri ϑ-t grafiğinden yararlanılarak bulunan matematiksel modellerle hesaplanır.

K aracı belli bir ilk hızla başladığı ve yavaşlayan hareket yaptığı için yer değiştirmesi

$x = \vartheta_0 \cdot t - \dfrac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ matematiksel modeli ile $x_K = 14 \cdot 3 - \dfrac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 42 - 9 = 33$ m bulunur.

L aracı ilk hızı sıfır olarak başladığı ve hızlanan hareket yaptığı için yer değiştirmesi

$x = \dfrac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ matematiksel modeli ile

$x_L = \dfrac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 9$ m bulunur.

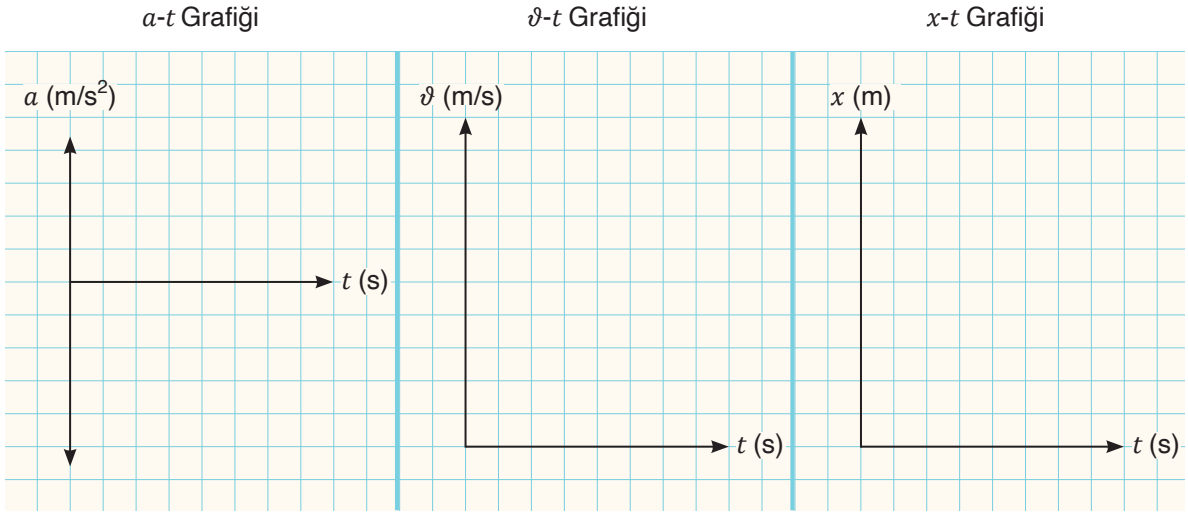
c) 3 s sonra K'nin yer değiştirmesi 33 m, L'nin yer değiştirmesi 9 m'dir.

Araçların arasındaki mesafe 33 – 9 = 24 m olur.

1.16. Soru

Pozitif yönde hareket eden bir cismin ilk hızının büyüklüğü 5 m/s'dir. Cisim $t = 0$ anında 4 m/s^2 büyüklüğündeki ivme ile düzgün hızlanarak 5 s, 2 m/s^2 büyüklüğündeki ivme ile düzgün yavaşlayarak 5 s ilerlemiştir. Cismin (0-10) s aralığındaki hareketine ait a-t, ϑ-t ve x-t grafiklerini aşağıdaki grafik alanına çiziniz.

Cevap



Performans Görevi

Adı	SABİT İVMELİ HAREKET
Beklenen Performans	Sabit ivmeli hareket ile ilgili bilgi görseli hazırlama ve sunma
Süre	30 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Günlük hayatta karşılaştığınız sabit ivmeli bir hareketi analiz ediniz. Belirlediğiniz hareketin hareket grafiklerinden birini çiziniz. Çizdiğiniz grafiği diğer hareket grafiklerine dönüştürerek grafikten değer bulma ve matematiksel hesaplamalar ile ilgili bir bilgi görseli hazırlayınız. Çalışmanızı günlük hayattan örneklerle destekleyiniz. Hazırladığınız bilgi görsellerini arkadaşlarınıza sununuz.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Konuya ilişkin kavramlar arasındaki bağlantıların bilimsel açıdan uygunluğuna dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
- Sunumunuzu görseller ve çizimlerle destekleyiniz.
- Grafik çizimlerinde eksenlere, birimlere ve ölçeklendirmeye dikkat ediniz.

Değerlendirme

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

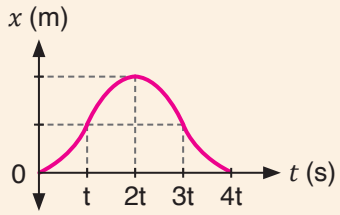
Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası

Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden aracın yer değiştirme hız ve ivme bilgileri aşağıda özetlenmiştir. Doğu yönü + yön ve batı yönü – yön olarak kabul edilmektedir.

Hareket	Yer Değiştirme	Hız	İvme
Doğu Yönünde Sabit Hızlı	pozitif (+)	pozitif (+)	sıfır
Batı Yönünde Sabit Hızlı	negatif (–)	negatif (–)	sıfır
Doğu Yönünde Düzgün Hızlanan	pozitif (+)	pozitif (+)	pozitif (+)
Doğu Yönünde Düzgün Yavaşlayan	pozitif (+)	pozitif (+)	negatif (–)
Batı Yönünde Düzgün Hızlanan	negatif (–)	negatif (–)	negatif (–)
Batı Yönünde Düzgün Yavaşlayan	negatif (–)	negatif (–)	pozitif (+)

Aşağıdaki tabloda doğrusal bir yolda durgun hâlden harekete geçen ve sabit ivmeli hareket eden aracın x-t, ϑ-t ve a-t grafikleri gösterilmiştir:



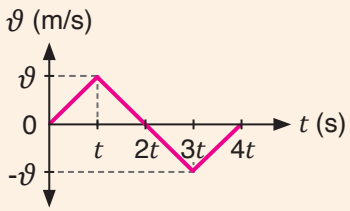
Araç, konum-zaman grafiğinde $2t$ anında yön değiştirmiştir. Buna göre araç

(0-t) s aralığında doğu yönünde düzgün hızlanan,

(t-$2t$) s aralığında doğu yönünde düzgün yavaşlayan,

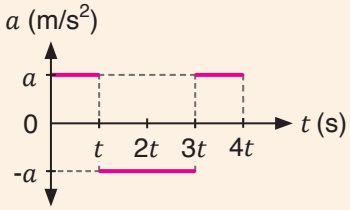
($2t$-$3t$) s aralığında batı yönünde düzgün hızlanan,

($3t$-$4t$) s aralığında batı yönünde düzgün yavaşlayan hareket yapmaktadır.



Araç, hız-zaman grafiği yatay eksenden uzaklaşıyorsa hızlanan, yatay eksene yaklaşıyorsa yavaşlayan hareket yapar.

Araç $2t$ ve $4t$ anında grafiğin yatay eksenini kestiği noktalarda yön değiştirmiştir.



Araç, (0-t) s ve ($3t$-$4t$) s aralıklarında pozitif ivmeyle ve (t-$3t$) s aralığında negatif ivme ile hareket etmektedir.

Sabit İvmeli Hareket İçin Matematiksel Modeller

Düzgün Hızlanan Hareket	Düzgün Yavaşlayan Hareket
$x = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$x = \vartheta_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
$\vartheta = \vartheta_0 + a \cdot t$	$\vartheta = \vartheta_0 - a \cdot t$
$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$	$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$

1.3. SERBEST DÜŞME

Konuya Başlarken

Soğuk havalarda bulutların içindeki su damlacıkları donar ve dolu tanelerine dönüşür. Bu dolu taneleri güçlü rüzgârlar tarafından tekrar tekrar yukarı kaldırılır. Bu süreçte dolu taneleri, bulutun içindeki soğutulmuş su damlacıklarıyla birleşerek büyür. Dolu taneleri her yükseliş ve düşüşünde daha da büyür. Dolu tanelerinin büyüklüğü, bulut içindeki bu hareketlerin süresi ve bulutun yüksekliğiyle orantılı olarak artar. Küçük dolu taneleri bezelye boyutunda kalabilirken büyük dolu taneleri ceviz veya daha büyük boyutlara ulaşabilir. Büyüdükçe kütlesi artan dolu taneleri, sonunda yer çekimi etkisiyle tamamen aşağı çekilir ve yere doğru düşmeye başlar. Dolu tanelerinin büyüklüğüne bağlı olarak çevreye vereceği zarar da değişir. Özellikle büyük boyutlara ulaşanlar; araçların camlarını kırabilir, binaların çatılarına zarar verebilir, bitkileri tahrip edebilir.

Dolu taneleri

Farklı yüksekliklerde oluşan dolu tanelerinin yere düşerken yaptığı hareketlerindeki farklılıklar neler olabilir?

Dolu tanelerinin hareketi ile belli bir yükseklikten bırakılan bir topun hareketinin benzerlikleri neler olabilir?

A) Düşey Doğrultuda Cisimlerin Sahip Olduğu İvme

1.4. Etkinlik

Adı	SERBEST DÜŞME
Amaç	Serbest düşen farklı kütleli cisimlerin hareketini gözlemleyerek ivmelerini yorumlayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Pinpon topu, basketbol topu, kronometre, metre, genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.

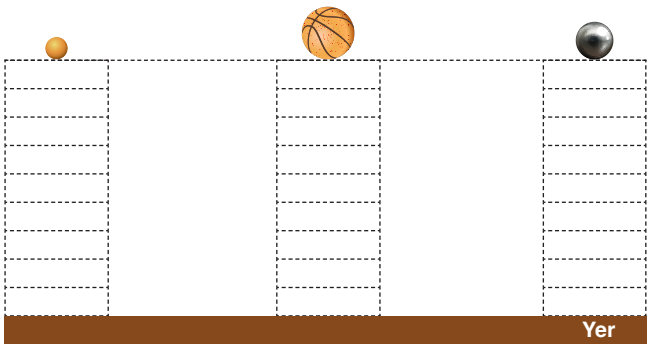
2. Pinpon ve basketbol toplarını aynı yükseklikten ilk hızları sıfır olacak şekilde üç kez bırakarak topların yere düşme sürelerini ölçünüz. Elde ettiğiniz değerlerle topların ortalama yere düşme sürelerini hesaplayarak tablodaki ilgili yerlere yazınız.

	t_1	t_2	t_3	Ortalama Süre
Pinpon Topu				
Basketbol Topu				

3. Pinpon ve basketbol toplarının ortalama yere düşme sürelerini karşılaştırınız ve elde ettiğiniz sonuçları yorumlayarak kısaca yazınız ve süreler arasındaki farklılık veya benzerliklerin nedenlerini saygı çerçevesinde grup arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.

4. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak farklı kütlelerdeki pinpon topu, basketbol topu ve demir bilyenin hava direnci ihmal edilen bir ortamda aynı yükseklikten ilk hızı sıfır olarak gerçekleştireceği serbest düşme hareketini gözlemleyiniz.

5. Animasyondaki pinpon topu, basketbol topu ve demir bilyenin eşit zaman aralıklarında bulunduğu konumları ve o konumlardan geçerken sahip olduğu hız büyüklüklerini şekildeki topların altındaki boş bırakılan alanlara yazınız. *(Şekildeki çizgiler arası mesafeler eşittir.)*



6. Serbest bırakılan cisimlerin ivmelerini, kütle ve boyutları ile ilişkilendirerek düşüncelerinizi arkadaşlarınızla sınıf ortamında eleştirel bir bakış açısıyla tartışınız. Tartışma sırasında kendi fikirlerinizi ve bu fikirlerin destekleyicilerini açıkça belirtiniz, varsa karşıt fikirlere yönelik ifadelerinizi gerekçeleriyle söyleyiniz. Tartışma sonucunda oluşan fikirlerinizi aşağıya yazınız.

7. Yer çekimi ivmesi ile cisimlerin hız değişimi arasındaki ilişkiyi arkadaşlarınızla değerlendirerek vardığınız ortak fikri aşağıya yazınız.

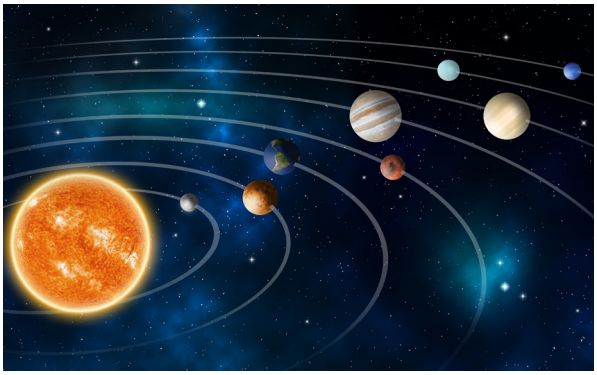
8. Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ivmesi nelere bağlıdır? Açıklayınız.

Değerlendirme

1. Düşeyde serbest düşen cisimlerin hareketini açıklayınız.

2. Verilen animasyondaki olay ile sınıfta gerçekleştirdiğiniz deney arasındaki farklılıkları belirtiniz. Bu farklılıkların sebeplerini açıklayınız.

3. Bir ağacın dallarında bulunan ve yerden yükseklikleri 3 m ve 6 m olan özdeş elmaların yere düşme süreleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?



Görsel 1.1: *Güneş ve gezegenlerin birbirine göre temsilî konumları*

Belirli bir yükseklikten bırakılan cisimler, yer çekimi kuvveti etkisiyle yere düşer. Yer çekimi kuvvetinin yönü daima Dünya'nın merkezine doğrudur. Dünya ve cisimler arasındaki çekim kuvveti, cisimler üzerinde bir çekim ivmesine neden olur. Bu çekim ivmesine **Dünya'nın çekim ivmesi** veya **yer çekimi ivmesi** denir. Bir binanın tepesinden aşağıya düşen ya da yukarıya atılan bir cismin hızında meydana gelecek olan değişim, yer çekimi ivmesinden kaynaklanır. Yer çekimi ivmesi vektörel bir büyüklük olup $\vec{g}$ sembolü ile gösterilir. Yer çekimi ivmesinin SI'da birimi m/s^2dir.

Yer çekimi ivmesi, bir cismin Dünya üzerindeki konumuna göre farklı değerler alabilir. Bu farklılık, Dünya'nın dönme hareketinden ve şeklinin tam bir küre olmamasından kaynaklanır. Örneğin Dünya'daki yer çekimi ivmesi, Ekvator'da yaklaşık 9,78 m/s^2 iken kutuplarda yaklaşık 9,83 m/s^2dir. Dünya'nın yer çekimi ivmesinin ortalama 9,81 m/s^2 olduğu kabul edilir. Görsel 1.1'de Güneş sisteminde bulunan gezegenler gösterilmektedir. Bir gezegenin çekim ivmesi, o gezegenin kütlesine ve boyutlarına bağlı olarak farklı değerler alabilir. Örneğin Ay'daki çekim ivmesi Dünya'daki çekim ivmesinin altıda birine karşılık gelen yaklaşık 1,62 m/s^2dir. Hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda Dünya ve Ay'da aynı yüksekliklerden bırakılan özdeş cisimler Ay'da Dünya'ya göre daha yavaş bir şekilde yere düşer. Tablo 1.1'de farklı gezegenlerin ortalama çekim ivmeleri listelenmiştir.

Tablo 1.1: *Güneş Sisteminde Bulunan Gezegenlerin Ortalama Çekim İvmeleri*

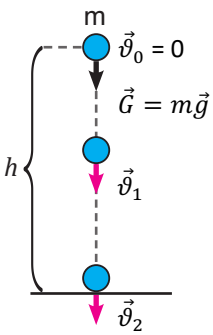
Gezegen	Ortalama Çekim İvmesi (m/s^2)
Merkür	3,7
Venüs	8,87
Dünya	9,807
Mars	3,71
Jüpiter	24,79
Satürn	10,44
Uranüs	8,87
Neptün	11,15

Hava ile teması olan her cisim, hareket ederken hava sürtünmesi ile karşılaşır. Hava sürtünmesi, bir cismin hava ile etkileşimi sürecinde karşılaştığı direnç kuvvetidir. Bazı durumlarda fiziksel olayların analizini kolaylaştırmak adına sürtünme kuvveti ihmal edilir. Dünya'da tamamen sürtünmesiz bir ortam bulunmamasına rağmen uzayda hareket eden cisimler sürtünme kuvvetiyle karşılaşmamaktadır. Benzer şekilde özel laboratuvar koşullarında oluşturulan vakum odalarında da hava sürtünmesi yok sayılır. Sürtünmenin ihmal edilmesi temel fizik yasalarının anlaşılmasında, matematiksel modellerin basitleştirilerek incelenmesinde, mühendislik uygulamalarında ve uzay araştırmalarında bilim insanlarının daha doğru sonuçlara ulaşmasını sağlamaktadır.

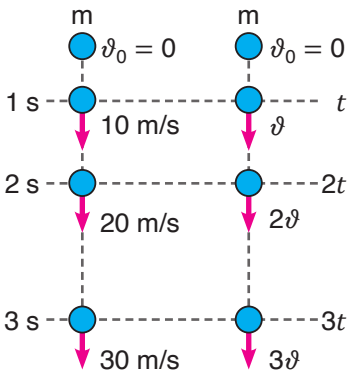
Yukarı doğru veya aşağı doğru atılan veya durgun hâlden bırakılan cisimlerin hepsi yer çekimi etkisi ile hareket eder. Bu harekete **serbest düşme hareketi** denir. Kısacası serbest düşme hareketi, yalnızca yer çekimi kuvvetinin etkisindeki tüm hareketlerin ortak adıdır.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda serbest düşme hareketi yapan cisimler bulunduğu ortamın yer çekimi ivmesi ile hareket eder. Yeryüzüne yakın yerlerde yer çekimi ivmesi sabit kabul edildiğinden cisimlerin hızları birim zamanda ivme değeri kadar artış gösterir. Aynı yükseklikten ilk hızı sıfır olarak bırakılan tenis topu ve basketbol topu, eşit büyüklükteki yer çekimi ivmesi ile hızlanıp aynı anda ve aynı hızda yere düşer.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda serbest düşen bir cisme etki eden net kuvvet cismin ağırlığına eşit olan yer çekimi kuvvetidir. Cisim, Şekil 1.4'te gösterildiği gibi belirli bir yükseklikten (h) ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakıldığında yer çekimi ivmesinin ($\vec{a} = \vec{g}$) etkisiyle düzgün hızlanan doğrusal hareket yapar. Bu durumda cisim düşerken hızı sürekli artar. Cismin hızı yere çarptığı anda maksimum değere ulaşır.



Şekil 1.4: *Sürtünmenin ihmal edildiği ortamda serbest bırakılan m kütleli cismin hareketi*



Şekil 1.5: *Sürtünmenin ihmal edildiği ortamda ilk hızı sıfır olarak bırakılan cismin hızı*

Sürtünmesiz bir ortamda m kütleli bir cisim, ilk hızı sıfır olarak serbest düşmeye bırakıldığında $\vec{g}$ ivmesiyle hızlanır. Hareketin t, $2t$, $3t$ sürelerindeki hız büyüklükleri sırasıyla ϑ, 2ϑ, 3ϑ olur. Örneğin yer çekimi ivmesinin 10 m/s^2 olarak alındığı sürtünmesiz ortamda m kütleli cismin 1, 2 ve 3. s'lerde sahip olacağı hız değerleri sırasıyla 10 m/s, 20 m/s, 30 m/s olur (Şekil 1.5).

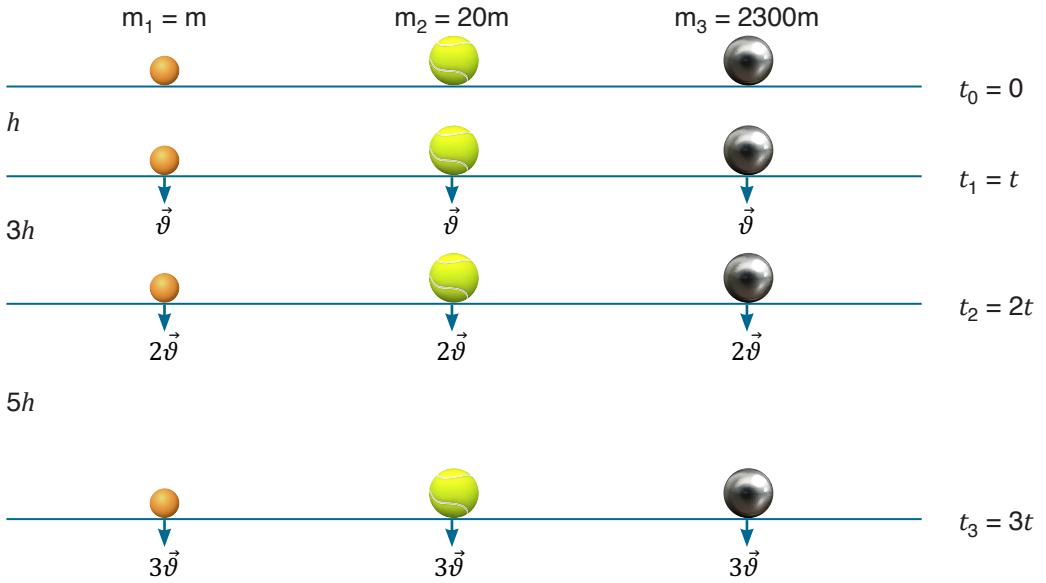
Düzgün hızlanan doğrusal hareketin matematiksel modellerinde $\vec{a}$ ivmesi yerine $\vec{g}$ yer çekimi ivmesi ve x yer değiştirmesi yerine h kullanılarak serbest düşmeye ait matematiksel modeller Tablo 1.2'de verildiği gibi elde edilir.

Tablo 1.2: *İlk Hızı Sıfır Olarak Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket ve Serbest Düşme Hareketi İçin Hareket Denklemleri*

İlk Hızı Sıfır Olarak Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket Denklemleri	**Serbest Düşme Hareketi Denklemleri**
$\vartheta = a \cdot t$	$\vartheta = g \cdot t$
$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$\vartheta^2 = 2 \cdot a \cdot x$	$\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$

Örnek

Bir bilim merkezinde öğrencilerin serbest düşme hareketi ve bu hareketin bağlı olduğu değişkenleri gözlemlemesi amacıyla bir bilim gösterisi yapılır. Gösteriyi yapan eğitmen, havası boşaltılmış ortamda güvenli bir alan oluşturur. Eğitmen; aynı yükseklikten m_1 kütleli bir pinpon topunu, m_2 kütleli bir tenis topunu ve m_3 kütleli bir demir bilyeyi aynı anda robotik bir cihaz ile serbest bırakır. Pinpon topu, tenis topu ve demir bilyenin bırakıldığı andan yere düşünceye kadar hızlarında meydana gelen değişimler, düşey konumları ve aldığı yollar gözlemlenmektedir. Bu cisimler, aşağıda gösterilen yolları izleyerek yere çarpmaktadır.



Buna göre tabloyu h ve ϑ cinsinden doldurarak cisimlere etki eden yer çekimi ivmesini ve cisimlerin hızlarının büyüklüğü arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

	Yer Değiştirme		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
(0-t)			
(t-2t)			
(2t-3t)			

	Hız		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
0			
t			
2t			
3t			

Çözüm

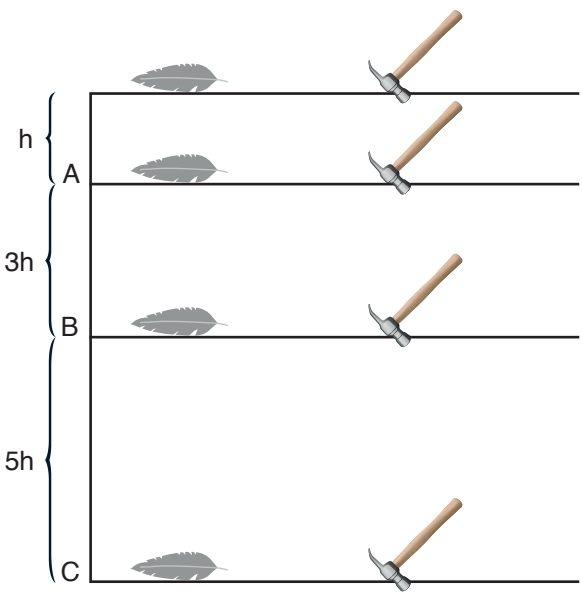
Şekil incelenerek cisimlerin eşit zaman aralıklarında yaptığı yer değiştirme h cinsinden ve bu zamanlarda bulunduğu konumdaki hızlarının büyüklüğü ϑ cinsinden tespit edilir ve verilen tablo aşağıdaki gibi doldurulur.

	Yer Değiştirme		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
(0-*t*)	h	h	h
(*t*-2*t*)	$3h$	$3h$	$3h$
(2*t*-3*t*)	$5h$	$5h$	$5h$

	Hız		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
0	0	0	0
t	ϑ	ϑ	ϑ
2*t*	2ϑ	2ϑ	2ϑ
3*t*	3ϑ	3ϑ	3ϑ

Tabloya göre farklı kütlelerdeki cisimler, hava sürtünmesinin ihmal edildiği ortamda serbest bırakıldığında eşit zaman aralıklarında eşit hıza sahip olur. Bu zaman aralıklarında cisimlerin düşeyde aldığı yollar da eşit miktardadır. Sonuç olarak aynı ortamda bulunan cisimlere etki eden yer çekimi ivmesi, kütleden bağımsız olduğundan cisimler aynı oranda hız kazanır.

1.17. Soru



Ay ve Dünya'nın atmosferleri karşılaştırıldığında Ay'ın atmosferinin serbest düşen cisimlere hava direnci oluşturacak kadar yoğun olmadığı görülür. Astronot David Scott (Deyvit Skat) tarafından 2 Ağustos 1971 tarihinde Ay'da yapılan deneyin temsilî şekli yanda verilmiştir. Belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakılan tüy ve çekiç, eşit zaman aralıklarında eşit yollar alarak Ay'ın yüzeyine düşmektedir.

Buna göre tüy ve çekicin

a) Şekilde verilen doğrultudaki hareketini sağlayan etki nedir?

b) Sahip olduğu ivmelerin büyüklüğünü karşılaştırınız.

c) A, B ve C noktalarındaki hızlarını karşılaştırınız.

Cevap

1.18. Soru

Elif su kuyusunun içini merak eder ve kuyunun içine bakar. Bu esnada Elif'in eli kuyunun kenarındaki taşa çarpar ve taş ilk hızsız serbest düşme hareketi yapar. 2,3 s sonra taşın suya çarpma sesini duyar.

Buna göre

a) Kuyunun derinliğini hesaplayınız.

b) Taşın suya çarptığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

(Su sesinin kulağa ulaşma süresini ve hava sürtünmesini ihmal ediniz. g = 10 m/s^2 alınız.)

Cevap

Performans Görevi

Adı	SERBEST DÜŞME
Beklenen Performans	Serbest düşme hareketi ile ilgili poster hazırlama
Süre	30 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Dünya ve Mars için verilen çekim ivmesinin büyüklüklerini kullanarak iki farklı gezegende serbest düşme hareketi yapan cisimlerin 5 s'de yaptığı hareketleri A4 kâğıdına hazırlayacağınız poster ile karşılaştırınız. (Dünya ve Mars'ın çekim ivmeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Dünya		$9{,}807\ m/s^2 \cong 10\ m/s^2$
Mars		$3{,}71\ \ m/s^2 \cong 4\ m/s^2$

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Poster çiziminde zamanlara karşılık gelen cisimlerin hızlarını ve yer değiştirmelerini doğru yerde belirtiniz.
- Posterinizi görsel çizimlerle destekleyiniz.
- Çizim yaparken kâğıdınızı estetik açıdan orantılı kullanmaya dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

Değerlendirme

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

B) Serbest Düşme Hareketi

MÖ 322'de Aristo (Aristo) çevresindeki olayları inceleyerek ağır cisimlerin hafif cisimlere göre yere daha hızlı düşeceğini ifade etmiştir. Aristo hava sürtünmesini veya hava direncini ihmal eden deneyler yapmadığı için bu sonuca ulaşmıştır. Serbest düşme kavramı konusunda hava sürtünmesinin etkisi aralarında az olan cisimler için denemeler yapan Galileo (Galileyo) tüm cisimlerin yer çekimi altında aynı hızla yere düştüğünü savunmuştur.

Newton (Nivtın), yaptığı çalışmalarla evrensel kütle çekim yasasını formülleştirerek serbest düşme hareketini klasik fizik çerçevesinde matematiksel olarak açıklamıştır.

1.5. Etkinlik

Adı	SERBEST DÜŞME HAREKETİ
Amaç	Cisimlerin yerin merkezine doğru hareket etmesini sağlayan bir çekim kuvveti olduğunu gözlemleyebilme ve açıklayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.

2. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak cismin ilk hızı sıfır olduğundaki hareketini inceleyiniz. Cismin belirlenen zamanlar için hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü Tablo 1'e yazınız.

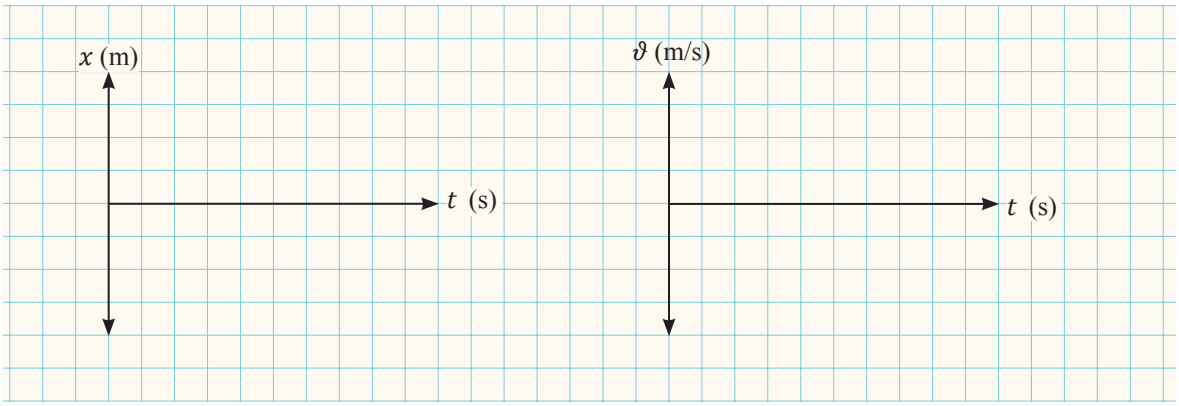
3. Sayfanın solundaki "SIFIRLA" butonuna basarak simülasyonu sıfırlayınız.

4. Sayfanın solunda yer alan hız butonu ile 10, 20 ve 30 m/s ilk hız değerlerini ayarlayarak simülasyonu tekrarlayınız. Tablo 1'de belirtilen zamanlar için cismin hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü ilgili yerlere yazınız.

Tablo 1

	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)
0. s	**0**	**0**	**10**	**0**	**20**	**0**	**30**	**0**
1. s								
2. s								
3. s								
4. s								
5. s								

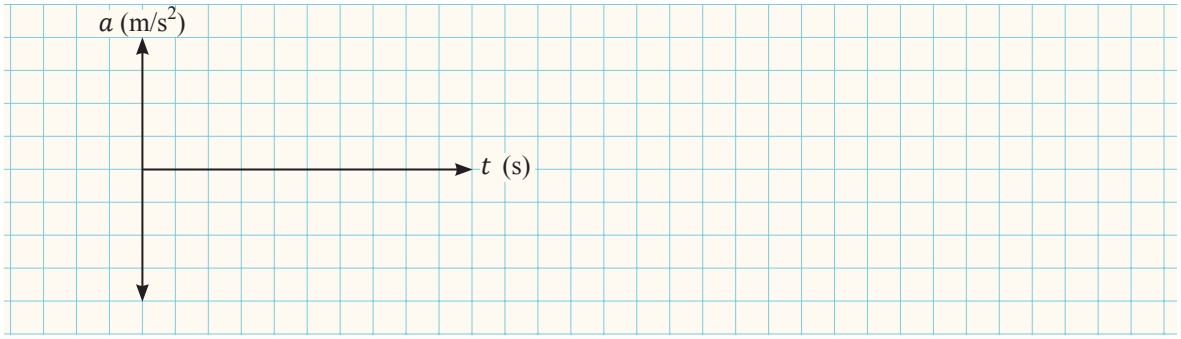
5. Tablodaki değerlerden yararlanarak ilk hızı sıfır olan cisim için x-t ve ϑ-t grafiklerini aşağıdaki alana çiziniz.



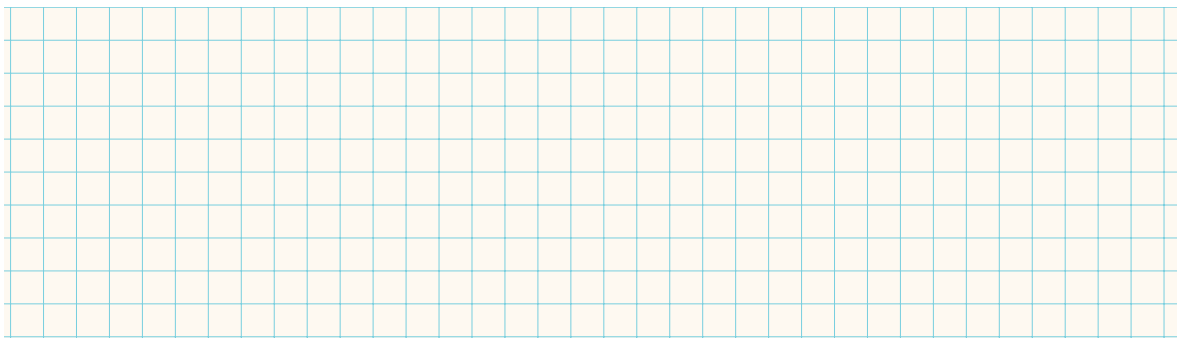
6. Çizdiğiniz ϑ-t grafiğinden yararlanarak cismin her bir zaman aralığındaki ivmesinin büyüklüğünü bulunuz. Cisme ait bulduğunuz ivme büyüklüğünü Tablo 2'ye yazınız ve grafik alanına a-t grafiğini çizip yorumlayınız.

Tablo 2

Zaman (s)	**(0-1)**	**(1-2)**	**(2-3)**	**(3-4)**	**(4-5)**
İvme Büyüklüğü (m/s^2)					



7. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Animasyondaki ilk hızı sıfırdan farklı olan cismin hareketini inceleyiniz. Cisme ait verileri toplayarak cisim için x-t, ϑ-t ve a-t grafiklerini aşağıdaki alana çiziniz.



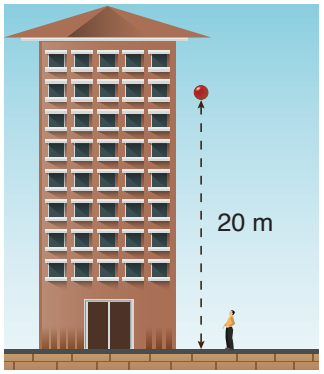
8. Bulduğunuz ivme büyüklüğü ile yer çekimi ivmesinin büyüklüğünü karşılaştırınız. *(g = 10 m/s^2 alınız.)*

9. Elde ettiğiniz grafiklerden ve verilerden yararlanarak serbest düşme hareketini açıklayınız.

Değerlendirme

1. Serbest düşme hareketine günlük hayattan örnekler veriniz.

2.



Topunu evde unutan Ali, arkadaşı Feryal'e seslenerek onun topunu ödünç ister. Yerden 20 m yükseklikteki katta oturan Feryal, elindeki topu ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakır.

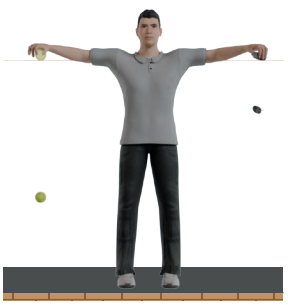
Buna göre

a) Top kaç s'de yere çarpar?

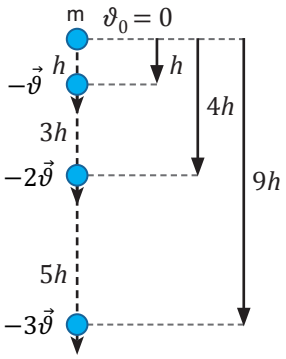
b) Topun yere çarpma hızı nedir?

c) Topun x-t, ϑ-t ve a-t grafiklerini çiziniz.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. $g = 10\ m/s^2$ alınız.)



Görsel 1.2: *Sürtünmesiz ortamda farklı cisimlerin serbest düşme hareketi*



Şekil 1.6: *İlk hızı sıfır olarak serbest bırakılan cisim*

Hava sürtünmesinin olmadığı ortamlarda Görsel 1.2'de gösterildiği gibi farklı kütlelere ve hacimlere sahip iki cisim aynı yükseklikten serbest bırakıldığında veya aynı hız büyüklükleri ile atıldığında aynı anda yere düşer. Bu durumda cisimlerin yere çarpma hızları eşit olur.

Serbest düşme hareketi cismin şekline ve kütlesine bağlı değildir ancak günlük hayatta hava sürtünmesi etkili olduğundan bu cisimlerin yere düşme süreleri farklılık gösterir.

Cismin atıldığı nokta referans noktası olmak üzere bu noktanın yukarı yönü pozitif (+) ve aşağı yönü negatif (-) kabul edilmektedir. Buna göre belirli bir yükseklikten ilk hızı sıfır olan cismin serbest düşme hareketine ait grafikler, $-x$ yönünde düzgün hızlanan hareket grafikleri ile aynı özelliklere sahiptir. Serbest düşme hareketinde hareket yönünün yukarıdan aşağıya olduğu durumda grafikler, yatay eksenin altına çizilir. Hava sürtünmesi ihmal edildiğinde cismin ivmesi, yer çekimi ivmesine eşit olur ($\vec{a} = \vec{g}$).

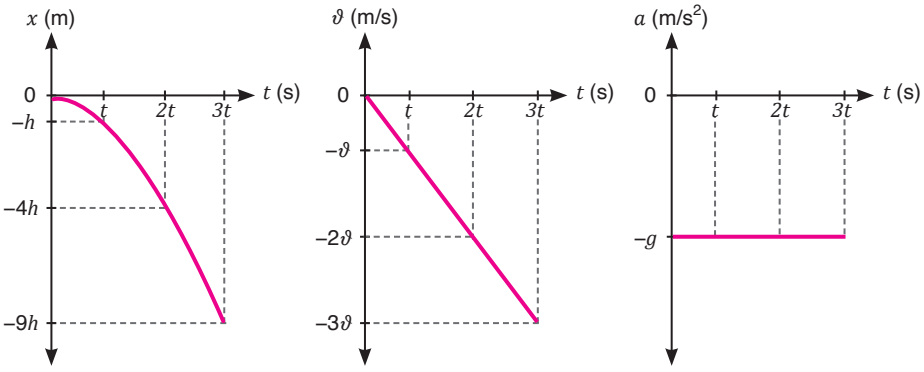
Serbest düşme hareketi yapan Şekil 1.6'daki gibi bir cismin ilk hızı sıfır

($\vartheta_0 = 0$) olduğunda zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğü (h) ve hızının büyüklüğü (ϑ)

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2,\ \vartheta = g \cdot t \text{ ve } \vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

İlk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapan cisme ait grafikler Grafik 1.6'da gösterilmiştir.



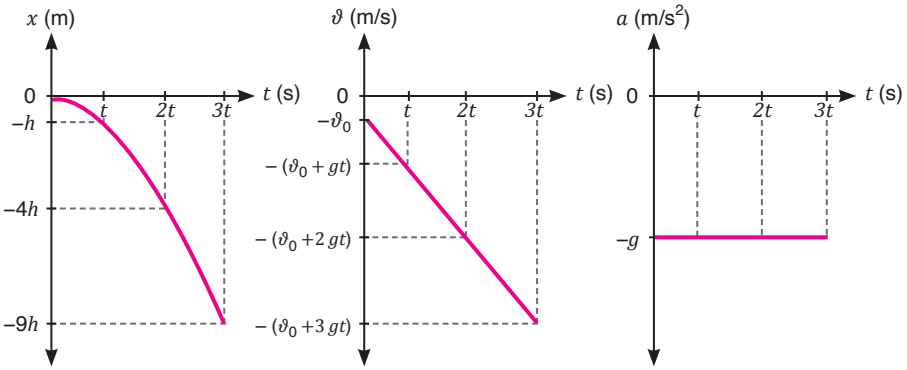
a) x-t grafiği b) ϑ-t grafiği c) a-t grafiği

Grafik 1.6: *İlk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri*

Serbest düşme hareketi yapan Şekil 1.7'deki gibi bir cismin ilk hızı sıfırdan farklı olduğunda ($\vartheta_0 \neq 0$) zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğü (h) ve hızının büyüklüğü (ϑ) grafiklerden yararlanılarak bulunan

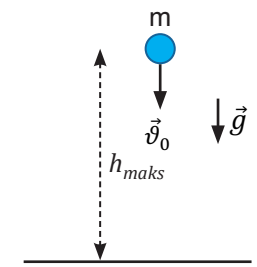
$$h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2,\ \vartheta = \vartheta_0 + g \cdot t \text{ ve } \vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır. İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cisme ait grafikler Grafik 1.7'de gösterilmiştir.



a) x-t grafiği b) ϑ-t grafiği c) a-t grafiği

Grafik 1.7: *İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri*



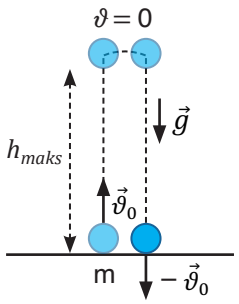
Şekil 1.7: *İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cisim*

Şekil 1.8'deki gibi yerden yukarı doğru $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan cisim serbest düşme hareketi yapar. Cisim yer çekimi ivmesi ile düzgün yavaşlayarak maksimum yüksekliğe çıktığı anda cismin hızı sıfır olur. Cisim bu noktadan, ilk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapar ve aynı yer çekimi ivmesi ile düzgün hızlanarak yere çarpar. Cismin maksimum yüksekliğe çıkış ve maksimum yükseklikten iniş süreleri ile yerden aynı yükseklikteki noktalarda hız büyüklükleri birbirine eşit olur.

Aşağıdan yukarıya doğru atılan cismin zamana bağlı yer değiştirme (h) ve hız (ϑ) büyüklükleri grafiklerden yararlanılarak bulunan

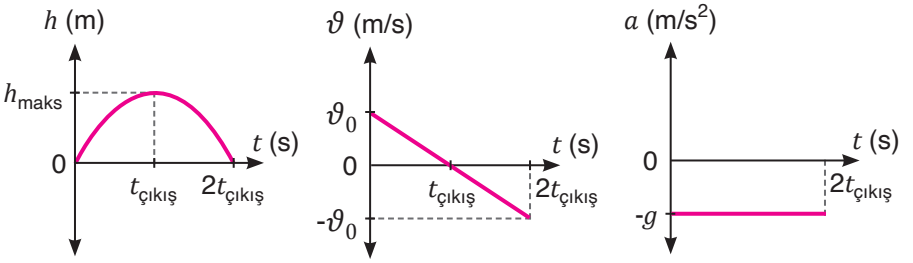
$$h = \vartheta_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2,\ \vartheta = \vartheta_0 - g \cdot t \text{ ve } \vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.



Şekil 1.8: *İlk hızı sıfırdan farklı olarak aşağıdan yukarıya serbest düşme hareketi*

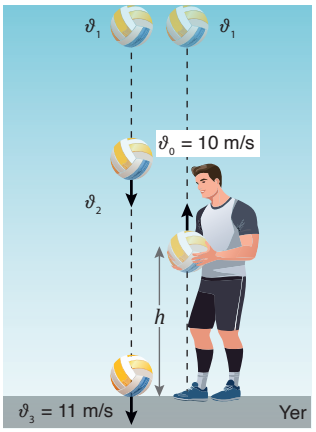
Aşağıdan yukarıya atılarak serbest düşme hareketi yapan cisme ait grafikler Grafik 1.8'de gösterilmiştir.



a) x-t grafiği b) ϑ-t grafiği c) a-t grafiği

Grafik 1.8: *Aşağıdan yukarıya serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri*

Örnek



İstop oyununda oyuncular bir daire oluşturur. Ebe seçilen oyuncu, diğer oyunculardan birinin adını söyleyerek topu havaya atar. Adı söylenen oyuncu topu yere çarpmadan yakalarsa tekrar yukarı doğru fırlatarak başka bir isim söyler. İsmi söylenen oyuncu topu yere çarpmadan yakalayamazsa topu eline aldığı anda "İstop!" der. Kaçışan oyuncular o anda oldukları yerde hareketsiz kalırlar. Ebe, oyunculardan birini topla vurur ve vurulan oyuncu ebe olur. Üç kere vurulan, oyundan çıkar. Son kalan oyuncu bu oyunu kazanmış olur.

Güvenlik önlemleri alınmış bir oyun parkında arkadaşlarıyla istop oynayan Mete, elindeki topu "Ahmet!" diye seslendiği anda şekildeki gibi h yüksekliğinden 10 m/s hızla düşey doğrultuda yukarıya doğru atıp kaçar. Ahmet topu yakalayamaz ve top 11 m/s hızla yere çarpar.

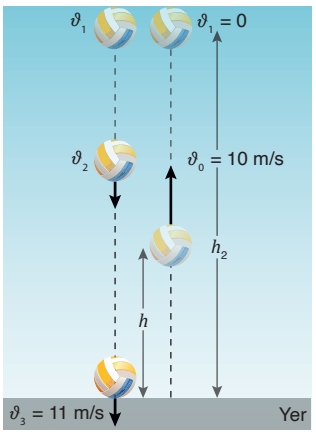
Buna göre topun atıldığı h yüksekliği kaç m olur?

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. g = 10 m/s² alınız.)

Çözüm

Sorunun çözümü için 3 farklı yöntem kullanılabilir:

1. Yöntem



Top, yukarıya atıldığı andan itibaren sabit yer çekimi ivmesi ile düzgün yavaşlayan hareket yapar.

$\vartheta = \vartheta_0 - g \cdot t_1$ matematiksel modeline göre

$0 = 10 - 10 \cdot t_1$

$t_1 = 1$ s süre sonra top çıkabileceği en yüksek noktaya ulaşır ve topun hızı sıfır olur.

Top, 11 m/s hızla yere düştüğüne göre

$\vartheta = g \cdot t_2$ matematiksel modelinden yararlanılarak topun yere çarpma süresi

$11 = 10 \cdot t_2$

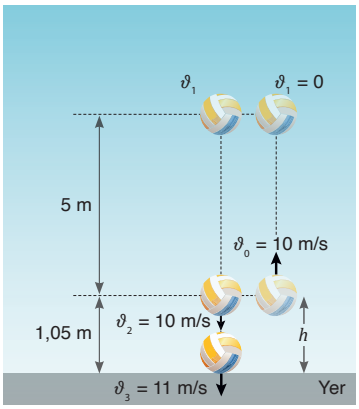
$t_2 = 1{,}1$ s bulunur.

Topun atıldığı yükseklik ise $h = h_2 - h_1$ yükseklikleri farkından

$h_2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 = 6{,}05$ m ve $h_1 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2 = 5$ m bulunur.

Buradan yükseklik $h = 1{,}05$ m hesaplanır.

2. Yöntem



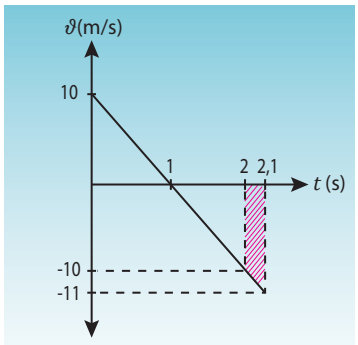
Topun yukarı yönde atılması durumunda takip ettiği yol boyunca hızı ve konumu şekilde gösterilmiştir. Top atıldığı yükseklikten maksimum konuma 1 s'de çıkar. Maksimum yükseklikten 1,1 s sonra yere çarpar. Bu durumda $\Delta t = 1{,}1 - 1 = 0{,}1$ olduğundan h yüksekliği

$$h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = 10 \cdot 0{,}1 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (0{,}1)^2$$

$h = 1{,}05$ m bulunur.

3. Yöntem

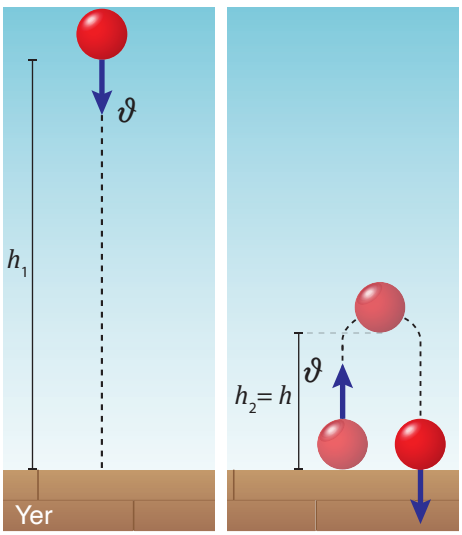


Top, 10 m/s hızla yukarı yönde atıldığında 1 s'de en üst noktaya ulaşır ve hızı sıfır olduktan sonra 1. s'de atıldığı noktaya geri gelir (toplam 2 s). Bu noktadan itibaren 0,1 s sonra yere çarpar. Buna göre topun hız-zaman grafiği şekildeki gibi olur.

Topun yerden yüksekliği, (2-2,1) s zaman aralığında aldığı yola eşittir. Buna göre (2-2,1) s zaman aralığında grafiğin yatay eksenle arasında kalan alan hesaplanarak

$$h = \frac{(10 + 11) \cdot 0{,}1}{2} = 1{,}05 \text{ m bulunur.}$$

1.19. Soru



Şekil 1 Şekil 2

Öykü ile Berra özdeş su balonlarıyla oynamaktadır. Öykü, balonunu Şekil 1'deki gibi h_1 yüksekliğinden ϑ hız büyüklüğü ile düşey aşağı doğru attığı anda Berra da balonunu Şekil 2'deki gibi ϑ ilk hız büyüklüğü ile düşey yukarı doğru fırlatarak balonun h kadar yüksekliğe çıkmasını sağlamaktadır. Her iki balon da $2t$ süre sonra yere çarpmaktadır.

Buna göre

a) Su balonlarının hız büyüklüklerini hesaplayarak tabloyu doldurunuz.

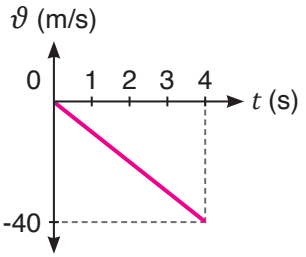
Zaman	1. Balonun Hız Büyüklüğü	2. Balonun Hız Büyüklüğü
0		
t		
2*t*		

b) Öykü'nün su balonunu bıraktığı yüksekliği *h* cinsinden bulunuz.

c) Balonların yere çarptığında patladığı kabul edilirse hangi balon daha fazla su sıçratır? Açıklayınız. *(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)*

Cevap

Örnek



Havada sabit duran bir helikopterden kendini ilk hızı sıfır olarak serbest bırakan paraşütçünün paraşütü açılmadan önceki inişine ait ϑ-t grafiği şekilde gösterilmiştir.

Buna göre paraşütçünün

a) İvmesini hesaplayınız.

b) x–t grafiğini tablo oluşturarak çiziniz. Çizdiğiniz grafikten yararlanarak 3. s'deki yer değiştirme büyüklüğü ile 3 s'deki yer değiştirme büyüklüğünü bulup karşılaştırınız.

c) Paraşütünü 1 s geç açması durumuda kaç m daha düşmüş olacacağını bulunuz.

ç) Paraşütünün açılmadığını varsayarak 7. s'deki hız büyüklüğünü hesaplayınız.

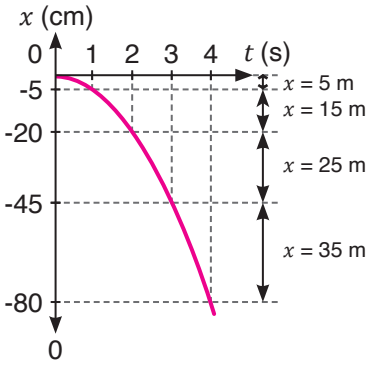
(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. g = 10 m/s^2 alınız.)

Çözüm

a) ϑ-t grafiğindeki veriler kullanılarak ivme büyüklüğü $a = \frac{\Delta\vartheta}{\Delta t}$ matematiksel modeli ile $a = \frac{(-40) - 0}{4 - 0} = -10$ m/s^2 bulunur.

b) Paraşütçünün zamana bağlı hız büyüklüğü $\vartheta = g \cdot t$ ve yer değiştirme büyüklüğü $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelleri ile bulunur. Hesaplanan veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Zaman (s) t	Hız Büyüklüğü (m/s) $\vartheta = g \cdot t$	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m) $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
0	0	0
1	10	5
2	20	20
3	30	45
4	40	80



Paraşütçünün 3. s'deki yer değiştirmesini bulabilmek için 3 s'deki yer değiştirmesi ile 2 s'deki yer değiştirmesi hesaplanarak çıkan sonuçların farkı alınır.

$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinden

$h = \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2\right) = 45 - 20 = 25$ m bulunur.

3 s'deki yer değiştirmesi ise

$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 = 5 \cdot 3^2 = 45$ m bulunur.

c) Paraşütçü, paraşütünü 1 s daha geç açarsa 5. s'deki yer değiştirme büyüklüğü

$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinden $h = \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2\right) = 45$ m bulunur. Bu durumda paraşütçü, 45 m daha fazla yol almış olurdu.

ç) 7. s' de hızının büyüklüğü $\vartheta = g \cdot t$ matematiksel modelinden

$\vartheta = 10 \cdot 7 = 70$ m/s olarak hesaplanır.

1.20. Soru

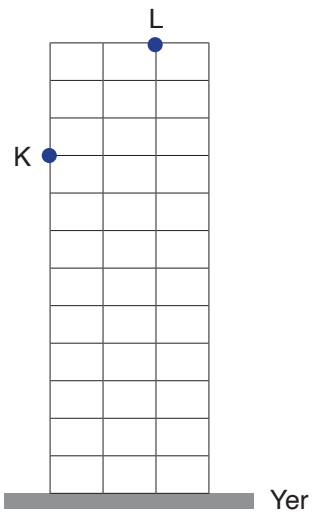
Fizik öğretmeni Sezgin Bey, sınıftaki öğrencileri iki gruba ayırarak onlardan havası alınmış ortam içinde serbest düşme hareketi yapan cisimlerle ilgili bir deney yapmalarını ister. Öğretmen tarafından iki gruba ayrılan öğrencilere kütleleri farklı K ve L cisimleri verilmiştir.

(g = 10 m/s^2 alınız.)

Buna göre

a) K ve L cisimleri farklı yüksekliklerden atıldığında grupların deney sonuçlarına göre K ve L cisimlerinin düşey doğrultuda 1, 2 ve 3. s'deki konumlarını verilen şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

(Birim karelerin kenar uzunlukları 5 m'dir.)



b) Aşağıda grupların ölçümlerinden elde ettiği sonuçlardan bazıları verilmiştir. Boş bırakılan alanlara grupların çizimlerini ve sonuçlarını dikkate alarak K cisminin hız ve yer değiştirme, L cisminin hız ve zaman bilgileri hakkında elde edilebilecek sonuçları yazınız.

1. Grubun Elde Ettiği Sonuçlar

1. K cisminin havada kalma süresi 3 s'dir.
2. .....
3. .....

2. Grubun Elde Ettiği Sonuçlar

1. L cismi hareketinin 2. s'sinde yatay düzlemden 40 m yüksektedir.
2. .....
3. .....

c) 2. grup başka bir değişiklik yapmadan yalnızca yer çekimi ivmesinin büyüklüğünü 3,6 m/s2 kabul etseydi L cisminin 3. s'deki yer değiştirmesinin büyüklüğünü kaç m olarak ölçmesi gerekirdi? Açıklayınız.

Cevap

Performans Görevi

Adı	SERBEST DÜŞME
Beklenen Performans	İki farklı hıza sahip cisimlerin serbest düşme hareketine ait rapor hazırlama
Süre	35 + 40 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Aynı çekim ivmesine sahip bir ortamda bulunan K ve L cisimlerinden ilk hızı sıfır olan K cismi h_1 yüksekliğinden aşağı doğru, ilk hızı sıfırdan farklı olan L cismi h_2 yüksekliğinden serbest bırakılmaktadır. L cisminin ilk hızını 10 m/s alarak cisimlerin

- atıldığı yükseklikleri göstereceğiniz,
- yere çarpma hızlarını belirleyeceğiniz,
- x-t, ϑ-t ve a-t grafiklerini çizerek açıklayacağınız kısa bir rapor hazırlayınız.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Raporunuzda cisimlerin zamanlara karşılık gelen hız ve yer değiştirme büyüklüklerini doğru yerde belirtiniz.
- Sınıf içerisinde hazırlayacağınız raporunuzu çizimlerle destekleyiniz.
- Çizim yaparken kâğıdınızı estetik açıdan orantılı kullanmaya dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

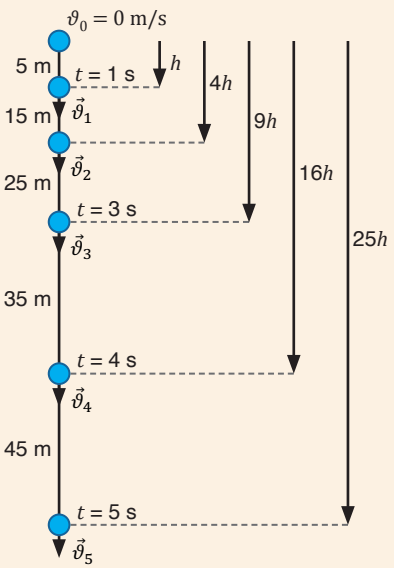
Değerlendirme

Yapmış olduğunuz performans görevi öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası

Bir cisim belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığında $\vec{g}$ yer çekimi ivmesi ile hızlanır. Cismin her bir zaman aralığındaki hız artışı eşit olur.

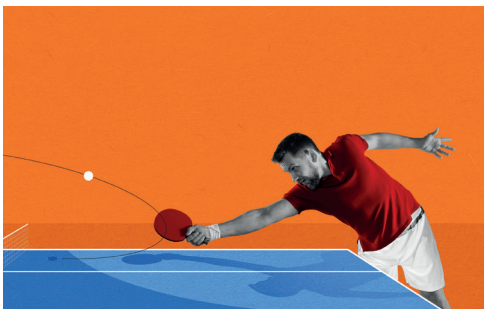


Serbest Düşme Hareketi İçin Matematiksel Modeller ($\vec{a} = \vec{g}$)		
$\vartheta_0 = 0$ ise	$\vartheta_0 \neq 0$ ise	Zamana Bağlı Olmayan
$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$	$\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$
$\vartheta = g \cdot t$	$\vartheta = \vartheta_0 + g \cdot t$	$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$

1.4. İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Konuya Başlarken

Masa tenisinde rakibe yatay eksen boyunca doğrusal olarak atılan top, fileye takılır ve rakibin yarı sahasına geçemez. Topun, rakibin yarı sahasına ulaşabilmesi için sadece ileriye doğru değil aynı zamanda yukarı doğru bir hareket bileşeninin de olması gerekir. Bu durumda topun rakibin yarı sahasına ulaşabilmesi için hem hız hem de yön önemlidir.



Masa tenisi oynayan sporcu

Sporcu pinpon topuna rakibinin yarı sahasına değecek şekilde vurduğu andan itibaren topun hızının yatay ve düşey bileşenlerinde zamanla bir değişim meydana gelir mi?

Masa tenisinde olduğu gibi futbol veya basketbol maçlarında da sporcuların topa vurma veya topu atma şekli topların gideceği mesafeyi etkiler mi?

Aynı yatay hız büyüklüğü ile denize taş atan farklı boylardaki iki arkadaşın attıkları taşların yatay doğrultuda gideceği mesafe için ne söylenebilir?

1.6. Etkinlik

Adı	İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET
Amaç	Sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket arasındaki ilişkiyi yorumlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz. Her bir grup için bir temsilci seçiniz.
2. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. "1. HAREKET" butonuna tıklayınız.
3. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak yerden belirli bir yükseklikte bulunan ve ilk hızı sıfırdan farklı olarak atılan futbol topunun hareketini gözlemleyiniz. Topun yere düşünceye kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerini Tablo 1'e, yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 2'ye yazınız.

Tablo 1

Zaman	Yatay Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Düşey Doğrultudaki Hız Büyüklüğü
$t_0 = 0$		
$t_1 = t$		
$t_2 = 2t$		
$t_3 = 3t$		

Tablo 2

Zaman	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesi	Düşey Doğrultudaki Yer Değiştirmesi
$t_0 = 0$		
$t_1 = t$		
$t_2 = 2t$		
$t_3 = 3t$		

4. Birinci animasyonda belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan topun yere çarpıncaya kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerinin değişimini grup arkadaşlarınızla tartışarak karşılaştırınız.

5. Birinci animasyonda belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan topun yere çarpıncaya kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda yaptığı yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 2'den yararlanarak ve grup arkadaşlarınızla tartışarak karşılaştırınız.

6. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız ve "2. HAREKET" butonuna tıklayınız.

7. "BAŞLAT" butonuna tıklayınız. Yatay eksenle belirli bir açı yapılarak ve ilk hızı sıfırdan farklı olarak atılan topun hareketini gözlemleyiniz. Topun yere düşünceye kadar geçen süre için topun yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerini Tablo 3'te, yaptığı yer değiştirmeyi ise Tablo 4'te ilgili alana yazınız. Tablo 3 ve Tablo 4'teki ilgili bölümleri bu tabloların içinde verilen örneklerden yararlanarak doldurunuz.

Tablo 3

Zaman	Yatay Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Düşey Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Topun Bileşke Hız Büyüklüğü
$t_0 = 0$	$\vartheta_x = \vartheta \cdot cos\ \alpha$	$\vartheta_y = \vartheta \cdot sin\ \alpha$	$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2$
$t_1 = t$			
$t_2 = 2t$			
$t_3 = 3t$			
$t_4 = 4t$			

Tablo 4

Zaman	Yatay Doğrultuda Atıldığı Noktaya Uzaklığı (birim)	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesinin Matematiksel Modeli	Düşey Doğrultuda Atıldığı Noktaya Uzaklığı (birim)
$t_0 = 0$	0	0	0
$t_1 = t$	4	$\vartheta_x \cdot t = x$	6
$t_2 = 2t$			
$t_3 = 3t$			
$t_4 = 4t$			

8. İkinci animasyondaki topun yatay ve düşey doğrultularda aynı sürede sahip olduğu hız büyüklüklerinin değişimini Tablo 3'ten yararlanarak karşılaştırınız.

9. İkinci animasyondaki topun aynı zamanda bulunduğu konumları Tablo 4'ten yararlanarak karşılaştırınız.

10. Her iki animasyondaki topun yatay ve düşey doğrultulardaki hareketini açıklayınız.

11. Her iki animasyon için yer çekimi ivmesi ile topların düşey ve yatay doğrultularda ulaştığı hız büyüklüklerindeki değişim arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

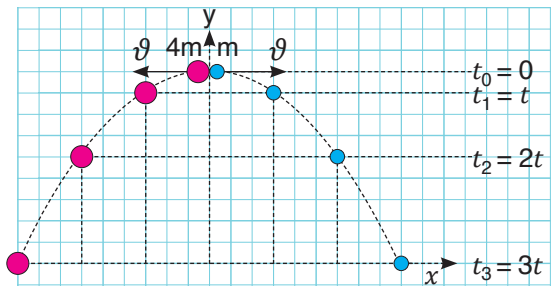
12. Grup olarak topun iki boyutta sabit ivmeli hareketine yönelik iddialarınızı ve iddialarınızın gerekçesini ifade ediniz. Fikirlerinizi grup temsilcisi aracılığıyla sınıfa sunarak varsa diğer grupların karşıt iddialarına yönelik çürütücü fikirlerinizi açıklayınız.

13. İki boyutta sabit ivmeli hareket yapan topların hareketi ile ilgili tartışma sonucunda ulaştığınız genellemeleri yazınız.

Değerlendirme

1. Kütleleri farklı iki cisim, hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda şekilde gösterildiği gibi herhangi bir yükseklikten aynı hız büyüklükleri ile atılmaktadır. Şekli inceleyerek verilen tabloları doldurunuz. Cisimlerin ivme büyüklüklerinin kütleleri ile ilişkisi üzerine çıkarım yapınız. *(Şekilde kareler eşit bölmelendirilmiştir.)*

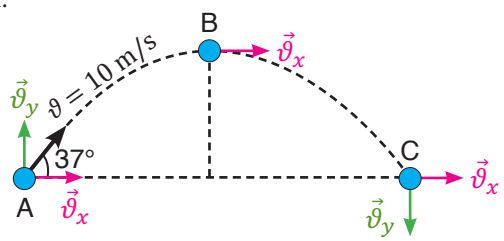
Zaman Aralığı	Düşey Doğrultudaki Yer Değiştirme (birim)
	Kütle = 4m
(0-t)	
(t-2t)	
(2t-3t)	



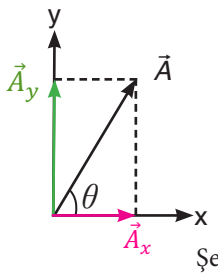
Zaman Aralığı	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirme (birim)	
	Kütle = 4m	Kütle = m
(0-t)		
(t-2t)		
(2t-3t)		

Zaman Aralığı	Düşey Doğrultudaki Yer Değiştirme (birim)
	Kütle = m
(0-t)	
(t-2t)	
(2t-3t)	

2. Şekil 2, A vektörünün yatay eksenle yaptığı açıya göre vektörün bileşenlerinin matematiksel ifadelerini göstermektedir.



Şekil 1



$$A_x = A \cdot cos\theta$$

$$A_y = A \cdot sin\theta$$

$$A^2 = A_x^2 + A_y^2$$

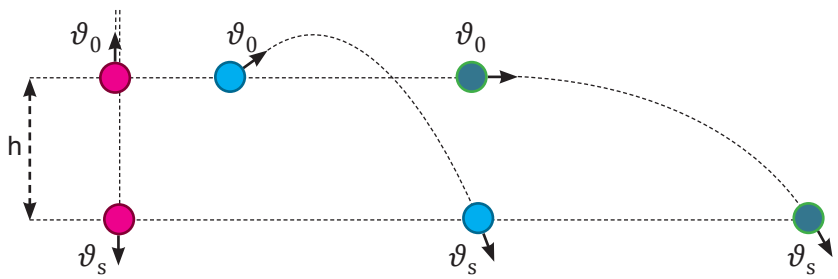
Şekil 2

Şekil 2'deki gibi A vektörü yatay eksenle yaptığı açıya bağlı olarak bileşenlerine ayrıldığına göre Şekil 1'de gösterilen topun A, B ve C noktalarındaki yatay ve düşey hız bileşenlerinin büyüklüğü ile bu noktalardaki bileşke hızın büyüklüğünü bularak aşağıdaki tabloyu doldurunuz. (sin 37° = cos 53° = 0,6; sin 53° = cos 37° = 0,8 alınız.)

Hız	Yatay Hız	Düşey Hız	Bileşke Hız
A			
B			
C			

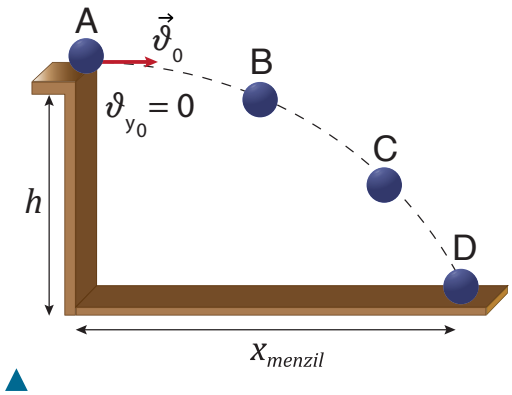
3. Boya topu [paintball (peintbol)] oyunu sırasında bir oyuncu, aynı mesafede bulunan iki rakip oyuncuya sırayla atış yapar ancak sadece birini vurabilir. Oyuncunun diğer rakibini vuramama sebebini iki boyutta sabit ivmeli hareket bağlamında açıklayınız. *(Oyuncuların boylarını eşit kabul ediniz.)*

Hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda yerden yatay eksenle açı yapacak şekilde veya belli bir yükseklikten yatay doğrultuda atılan cisim, atıldığı andan itibaren yalnızca yer çekimi ivmesinin etkisi altında hareket eder. Cisim, bu etki ile düşey doğrultuda sabit ivmeli hareket yapar. Yatay doğrultuda ise cisme etki edecek bir kuvvet olmadığından cismin sahip olduğu hız büyüklüğü değişmez. Cisimler iki boyutlu harekette aynı anda hem yatay hem de düşey doğrultularda yol alır. Örneğin Şekil 1.9'da pembe top sadece düşey doğrultuda yol aldığından topun yaptığı hareket bir boyutta **serbest düşme hareketi**dir. Mavi ve yeşil toplar, aynı anda hem yatay hem de düşey doğrultularda yol alarak serbest düşme hareketi yapar.



Şekil 1.9: *Aynı yükseklikten farklı doğrultularda atılan toplar*

Aynı anda hem yatay hem düşey doğrultularda hareket eden cisimlerin hareketine **iki boyutta sabit ivmeli hareket** adı verilir.



Şekil 1.10: *Cismin iki boyutta serbest düşme hareketi*

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda h yüksekliğindeki A noktasından $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile Şekil 1.10'da görüldüğü gibi atılan cisim, atıldığı andan itibaren yer çekimi etkisi ile düşey doğrultuda hızlanarak hareket eder. Cisim, hareketi süresince $\vec{\vartheta}_0$ yatay hızıyla B ve C noktalarından geçip D noktasında yere çarpar. Şekildeki gibi düşey ilk hızı sıfır olarak atılan cismin yere düşme süresi

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

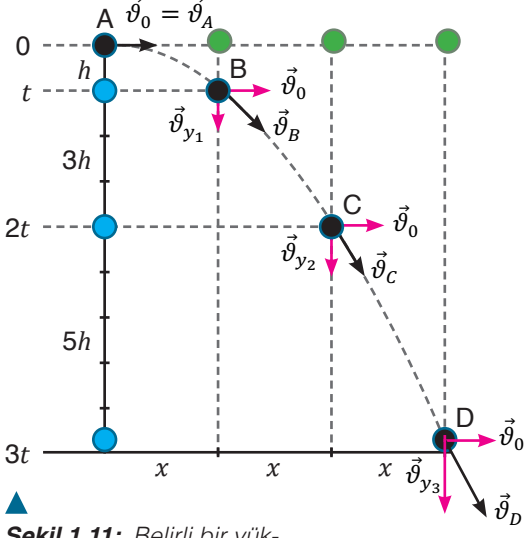
matematiksel modelinden hesaplanır. Cismin yere düşme süresi, atıldığı yüksekliğe bağlıdır.

Cismin atıldığı noktadan itibaren yatay doğrultuda gittiği en uzak mesafe olan menzil

$$x_{menzil} = \vartheta_0 \cdot t$$

matematiksel modelinden hesaplanır. Cismin menzili, atıldığı noktadan itibaren yatay $\vec{\vartheta}_0$ hızı ile yere düşünceye kadar geçen süreye bağlıdır.

Serbest düşme hareketinde $\vec{\vartheta}_0$ yatay hızıyla atılan cisim iki boyutta hareket ettiğinden yatay ve düşey eksenler üzerindeki hareketleri birbirinden bağımsız olarak ele alınır.



Şekil 1.11: *Belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda ilk hız ile atılan cismin hareketi*

Sürtünmesi ihmal edilen bir ortamda Şekil 1.11'deki gibi serbest düşme hareketi yapan bir cismin yatay doğrultudaki hareketini cismin yatay hızı belirler. $t = 0$ anında $\vec{\vartheta}_0$ hızı ile atılan cismin yatay hızının büyüklüğü (ϑ_x), cisme yatay doğrultuda etki eden bir kuvvet olmadığından hareketi süresince değişmez.

Bu durumda $\vartheta_x = \vartheta_0$ olur.

Cismin her bir birim zamanda yatay doğrultudaki yer değiştirmeleri eşittir (Şekil 1.11'deki yeşil noktalar). Bu durumda cisim, sabit hızlı hareket yapar.

Cisim, düşey doğrultuda yer çekimi ivmesi ile hareket ettiğinden cismin düşey doğrultudaki yer değiştirmesi yer çekimi ivmesine bağlı olarak zamanla artar (Şekil 1.11'deki mavi noktalar). Bu durumda cisim düşey doğrultuda ilk hızı sıfır olan serbest düşme hareketi yapar.

Cismin düşey doğrultuda sahip olduğu hız büyüklüğü

$$\vartheta = g \cdot t$$

matematiksel modeliyle hesaplanır. $\vartheta = g \cdot t$ ifadesinden t çekilirse $t = \frac{\vartheta}{g}$ yazılır. Bu ifade $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinde yerine yazıldığında zaman niceliğinin olmadığı $\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$ elde edilir.

Cismin herhangi bir noktadaki bileşke hızın büyüklüğü ise

$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2$

matematiksel modelinden bulunur. Tablo 1.3, belirli bir yükseklikten yatay $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan cismin zamana bağlı değişen hız büyüklüklerini göstermektedir.

Tablo 1.3: *ϑ_0 İlk Hızı İle Atılan Cismin Hız Büyüklükleri*

Zaman	Yatay Hız	Düşey Hız	Bileşke Hız
0	ϑ_0	0	$\vartheta_A = \vartheta_0$
t	ϑ_0	$\vartheta_{y_1} = g \cdot t$	$\vartheta_B = \sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta_{y_1}^2}$
$2t$	ϑ_0	$\vartheta_{y_2} = g \cdot 2t$	$\vartheta_C = \sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta_{y_2}^2}$
$3t$	ϑ_0	$\vartheta_{y_3} = g \cdot 3t$	$\vartheta_D = \sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta_{y_3}^2}$

Cismin yatay doğrultuda aldığı yol $x = \vartheta_0 \cdot t$,

düşey doğrultuda aldığı yol $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

matematiksel modelinden hesaplanır.

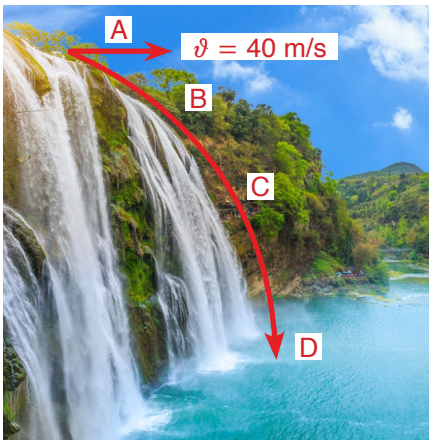
Tablo 1.4, belirli bir yükseklikten yatay $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan cismin yatay ve düşey eksenlerdeki zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğünü göstermektedir.

Tablo 1.4: *ϑ_0 İlk Hızı İle Atılan Cismin Yatay ve Düşey Eksenlerdeki Yer Değiştirmesi*

Zaman	Yatay Eksendeki Yer Değiştirmesi	Düşey Eksendeki Yer Değiştirmesi
0	0	0
t	$\vartheta_0 \cdot t = x$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$2t$	$\vartheta_0 \cdot 2t = 2x$	$4h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (2t)^2$
$3t$	$\vartheta_0 \cdot 3t = 3x$	$9h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (3t)^2$

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Örnek



Yandaki görselde bir şelalenin dikey kesiti gösterilmektedir. Şelale tabanından 45 m yüksekte bulunan A noktasından yatay doğrultuda 40 m/s hızla akan su kütlesi, sırasıyla 1 ve 2. s'de B ve C noktalarından geçerek D noktasında şelale tabanına ulaşmaktadır.

Buna göre su kütlesinin

a) B ve C noktalarında şelale tabanından yüksekliklerini hesaplayınız.

b) B, C ve D noktalarında yatay, düşey ve bileşke hız büyüklüklerini bulunuz.

c) Yatay doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.

(Sürtünmeleri ihmal ediniz. g = 10 m/s^2 alınız.)

Çözüm

a) Su kütlesinin B ve C noktalarında şelale tabanından yüksekliklerini bulmak için

$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modeli kullanılır.

Su kütlesinin A noktasından B noktasına gelene kadar düşey doğrultuda yapmış olduğu yer değiştirmesinin büyüklüğü

$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 = 5$ m bulunur.

B noktasının şelale tabanından yüksekliği ise 45 – 5 = 40 m hesaplanır.

Su kütlesinin A noktasından C noktasına gelene kadar düşey doğrultuda yapmış olduğu yer değiştirmesinin büyüklüğü

$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 20$ m bulunur.

C noktasının şelale tabanından yüksekliği ise 45 – 20 = 25 m bulunur.

b) Suyun D noktasına ulaşma süresi $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinden 3 s olarak hesaplanır.

Buna göre su kütlesinin B, C ve D noktalarında sahip olduğu hız büyüklükleri

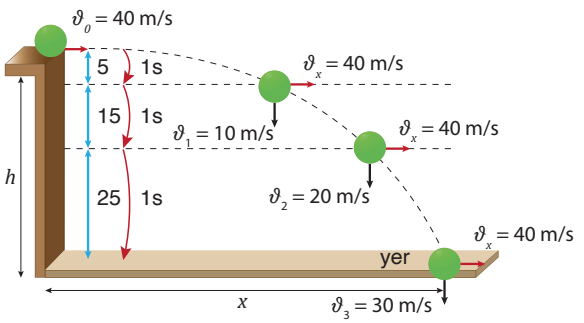
$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2$ matematiksel modelinden bulunur. Su kütlesinin

B noktasındaki hız büyüklüğü $\vartheta_B = \sqrt{40^2 + 10^2} = 10\sqrt{17}$ m/s,

C noktasındaki hız büyüklüğü $\vartheta_C = \sqrt{40^2 + 20^2} = 20\sqrt{5}$ m/s,

D noktasındaki hız büyüklüğü $\vartheta_D = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50$ m/s olarak hesaplanır.

c)



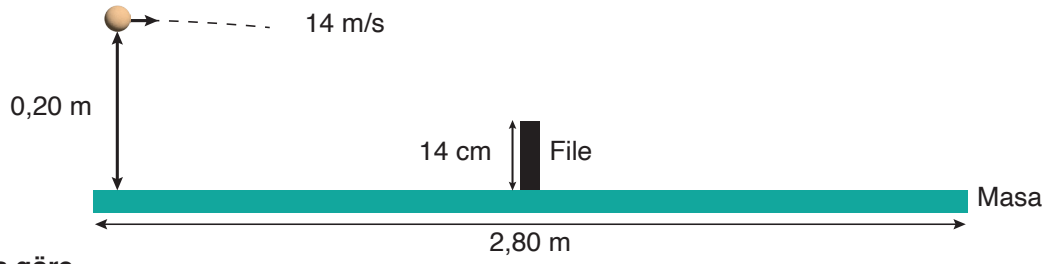
Şekildeki yeşil renkli topların hareketi ile su kütlesinin hareketi arasında bir analoji kurulduğunda su kütlesinin yatay doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğü

$x = \vartheta_0 \cdot t = 40 \cdot 3 = 120$ m bulunur.

Hesaplanan veriler yandaki gibi gösterilebilir.

1.21. Soru

Bir masa tenisi oyunu sırasında yerden 0,20 m yükseklikten geçen topu rakip alana göndermek için topa yatay doğrultuda 14 m/s hız büyüklüğü ile vurulmaktadır. Masayı ortadan ikiye ayıran filenin yüksekliği 14 cm ve masanın uzunluğu 2,80 m'dir.



Buna göre

a) Topun fileyi geçip geçmeme durumunu hesaplayarak yorumlayınız.

b) Hızın düşey bileşeninin zamana göre değişim grafiğini çiziniz.

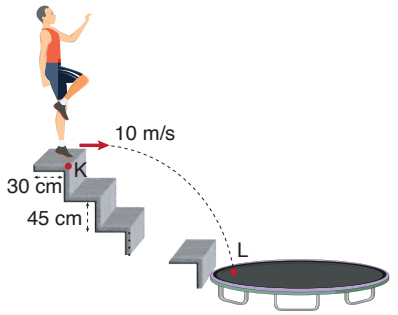
c) Topun rakip alanda masaya çarpma hızının yatay ve düşey bileşeni kaç m/s olur?

ç) Topun rakip alana çarpmasına dek geçen süreyi hesaplayınız.

(Hava direncini ihmal ediniz ve g = 10 m/s^2 alınız.)

Cevap

1.22. Soru



Bir sirk gösterisinde akrobatın gösteri yapması için şekildeki gibi merdiven şeklinde bir platform kurulmuştur. Akrobat merdivenin en üst basamağından 10 m/s hızla atlayarak L noktasına gelmekte, L noktasına yerleştirilmiş esnek cisim sayesinde zıplayarak yere takla atarak inmektedir.

Merdivenin basamak genişliği 30 cm ve yüksekliği 45 cm olduğuna göre L noktası kaçıncı basamaktadır? Hesaplayınız.

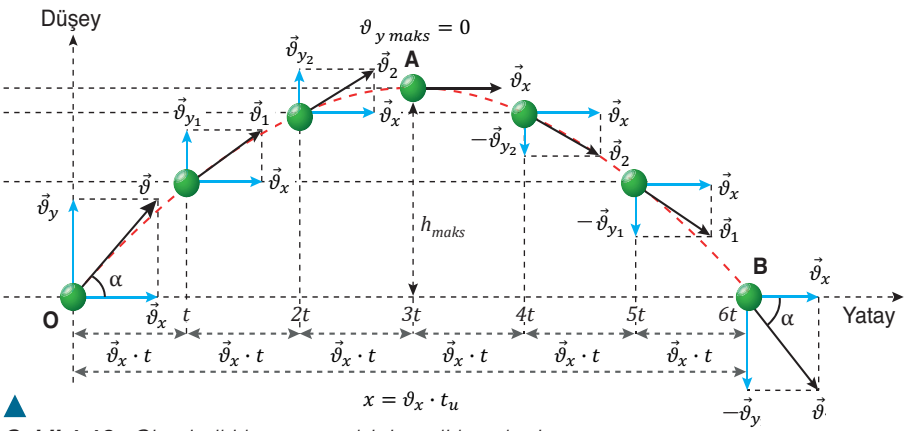
(g = 10 m/s^2 alınız. Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Cevap

Hızın Bileşenleri

Cismin başlangıçtaki atılma hızı $\vec{\vartheta}$'nin yatay bileşeni $\vartheta_x = \vartheta \cdot \cos\alpha$ ve düşey bileşeni $\vartheta_y = \vartheta \cdot \sin\alpha$ matematiksel modelinden hesaplanır.

Şekil 1.12, sürtünmenin ihmal edildiği ve yer çekimi ivmesinin g büyüklüğünde olduğu bir ortamda O noktasından yatay eksenle α açısı yapacak şekilde $\vec{\vartheta}$ hızı ile atılan bir cismin hareketini göstermektedir.



Şekil 1.12: *Cismin iki boyutta sabit ivmeli hareketi*

Cisim, aynı anda yatay ve düşey doğrultularda (iki boyutta) yol izleyerek B noktasında 6t süre sonra yere çarpmaktadır.

Cisim maksimum yüksekliğe çıkıncaya kadar geçen süreye $t_{çıkış}$ ve buradan yere ininceye kadar geçen süreye $t_{iniş}$ süresi denir. Cismin çıkış ve iniş süreleri birbirine eşittir ($t_{çıkış} = t_{iniş}$). Cismin havada kalma süresi için

$$t_{uçuş} = t_{çıkış} + t_{iniş} = 2\,t_{çıkış} = 2\,t_{iniş}$$

yazılabilir. Cismin düşey doğrultudaki hız büyüklüğü $\vartheta_s = \vartheta_0 - g \cdot t$ matematiksel modelinden hesaplanır.

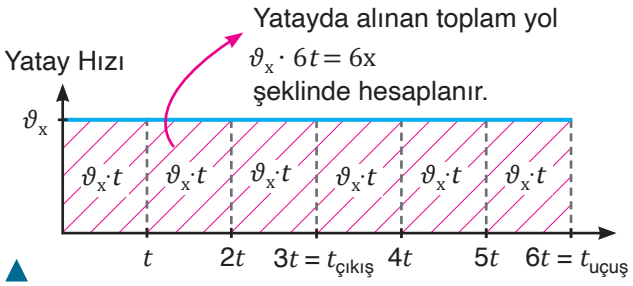
Cisim maksimum yüksekliğe ulaştığında son hızı sıfır olur. Bu durumda modelde ϑ_s yerine 0, t yerine $t_{çıkış}$ yazıldığında $t_{çıkış} = \frac{\vartheta_y}{g}$ elde edilir. $t_{uçuş}$ için ise $t_{uçuş} = \frac{2 \cdot \vartheta_y}{g}$ matematiksel modeli yazılır.

Cisim Şekil 1.12'deki gibi O noktasından atıldıktan sonra yatay doğrultuda sabit $\vec{\vartheta}_x$ hızı ile düzgün doğrusal hareket eder. Cismin yatay hız bileşeninin hareketi, Şekil 1.13'te gösterildiği gibi olur.

Hız-zaman grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan cismin menzilini verir. Menzil

$$x_{menzil} = \vartheta_x \cdot t_{uçuş}$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.



Şekil 1.13: *Cismin yatay hız bileşeninin hız-zaman grafiği*

Cismin başlangıçta sahip olduğu ϑ_y hız büyüklüğü, yer çekimi etkisiyle düşey doğrultuda her bir zaman aralığında azalır. Cismin düşey doğrultuda t_1 ve t_2 anlarındaki hız büyüklükleri

$$\vartheta_{y_1} = \vartheta_y - g \cdot t_1 \quad \text{ve} \quad \vartheta_{y_2} = \vartheta_y - g \cdot t_2$$

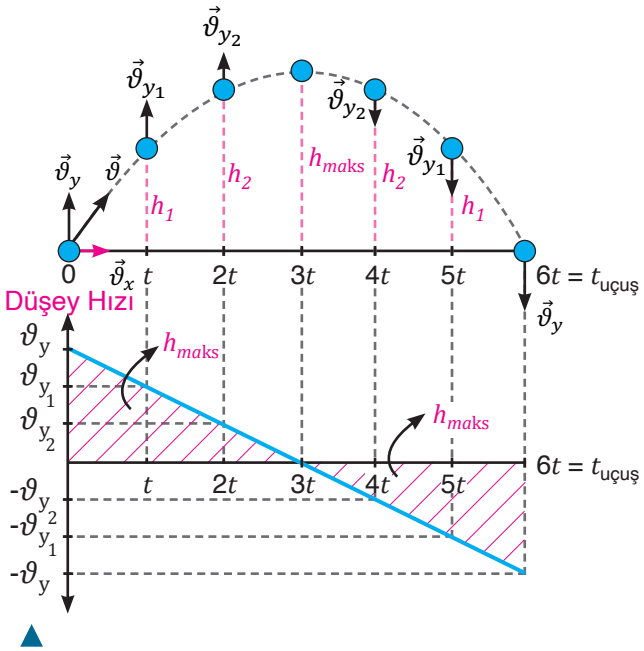
matematiksel modelleri ile hesaplanır.

Cismin düşey doğrultudaki hız büyüklüğü sıfır olduğunda çıkabileceği en yüksek noktaya **maksimum yükseklik** (h_{maks}) denir. ϑ-t grafiğinden yararlanarak A noktasının yerden yüksekliği

$$h_{maks} = \frac{\vartheta_y \cdot t_{çıkış}}{2} = \frac{\vartheta_y^2}{2g}$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

Şekil 1.12'deki cismin düşey hız bileşeninin zamana bağlı grafiği Şekil 1.14'te gösterilmiştir.



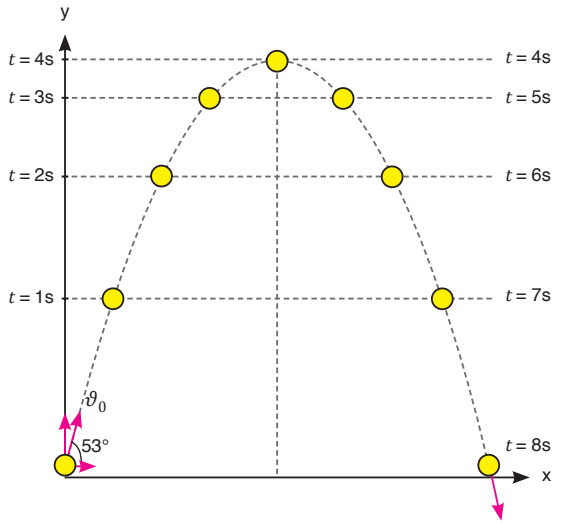
Şekil 1.14: *Cismin düşey hız bileşeninin hız-zaman grafiği*

$\vec{\vartheta}$ hızıyla atılan bir cismin iki boyutta yapmış olduğu serbest düşme hareketinin düşey bileşenine ait matematiksel modeller Tablo 1.5' te verilmiştir.

Tablo 1.5: *İki Boyutta Serbest Düşme Hareketinin Düşey Bileşenine Ait Matematiksel Modeller*

Düşey Yukarı Hareket	İlk Hızsız Düşey Aşağı Hareket
$h = \vartheta_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$\vartheta_{y_1} = \vartheta_y - g \cdot t$	$\vartheta = g \cdot t$
$\vartheta^2 = \vartheta_y^2 - 2 \cdot g \cdot h$	$\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$

Örnek



Bir tenis topu, top atma makinesi ile yatay doğrultuyla 53° açı yapacak şekilde ϑ_0 hızı ile atılmaktadır. Top 8 s sonra yanda modellenen yörüngeyi izleyerek yere çarpmaktadır.

Buna göre topun

a) Yatay ve düşey hız bileşenlerinin büyüklüklerini,

b) 6. s'de yerden yüksekliğini,

c) Her 1 s'de düşey doğrultudaki yer değiştirme büyüklüklerini hesaplayarak şekil üzerinde gösteriniz.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz ve sin 53° = 0,8; cos 53° = 0,6; g = 10 m/s^2 alınız.)

Çözüm

a) Topun hareket süresi 8 s olduğundan top 4 s'de maksimum yüksekliğe çıkar ve bu noktaya ulaştıktan 4 s sonra yere çarpar. Topun düşey hızı 4. s'de sıfırlandığına göre ilk hızının düşey bileşeninin büyüklüğü 40 m/s olmalıdır. Topun ilk hızının düşey bileşeninin büyüklüğü farklı bir yöntemle $\frac{\vartheta_{0_y}}{g} = t_{çıkış}$ matematiksel modelinden $\frac{\vartheta_{0_y}}{10} = 4$, $\vartheta_{0_y} = 40$ m/s bulunur.

Topun başlangıçtaki düşey hız bileşeninin büyüklüğü ve yatay eksenle yaptığı açı bilindiğinden topun atılma hızı $\vartheta_{0_y} = \vartheta_0 \cdot \sin\alpha$ bağıntısından $40 = \vartheta_0 \cdot 0{,}8$ $\vartheta_0 = 50$ m/s bulunur.

Topun yatay hız bileşeninin büyüklüğü ise $\vartheta_{0_x} = \vartheta \cdot \cos\alpha$ bağıntısından $\vartheta_{0_x} = 50 \cdot 0{,}6 = 30$ m/s olarak hesaplanır.

Topun yukarı doğru düşey hız bileşeninin büyüklüğü $\vartheta = \vartheta_0 - gt$,

aşağı doğru düşey hız bileşeninin büyüklüğü $\vartheta = \vartheta_0 + gt$ matematiksel modelinden yararlanılarak hesaplanır. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

Zaman (s)	Düşey Hız Bileşeninin Büyüklüğü (m/s)	Yatay Hız Bileşeninin Büyüklüğü (m/s)
	$\vartheta_y = \vartheta_{0_y} - g \cdot t$ $\vartheta_{0_y} = 40\ m/s$	$\vartheta_{0_x} = \vartheta_0 \cdot cos\,\alpha$ $\vartheta_{0_x} = 30\ m/s$
0.	40	30
1.	30	30
2.	20	30
3.	10	30
4.	0	30
	$\vartheta_y = \vartheta_{0_y} + g \cdot t$	$\vartheta_{0_x} = 30\ m/s$
5.	10	30
6.	20	30
7.	30	30
8.	40	30

b) Topun 6. s'deki yüksekliği, maksimum noktaya ulaştıktan 2 s sonraki konumudur. Maksimum yüksekliğe 4 s'de ulaşan topun, tepe noktasından düşey doğrultuda hareket ederken 2. s'deki yer değiştirmesi maksimum yükseklikten çıkarılırsa 6. s'deki yerden yüksekliği bulunur. Bu durumda $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2$, $h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 60$ m bulunur.

Farklı bir yöntem olarak topun 6 ve 8. s'deki hız büyüklükleri ele alınır. Zamansız hız matematiksel modeli kullanılırsa

$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$ matematiksel modelinde 6. s'de düşey hızı $\vartheta_0 = 20$ m/s ile 8. s'de düşey hızı $\vartheta = 40$ m/s yazılırsa topun yerden yüksekliği

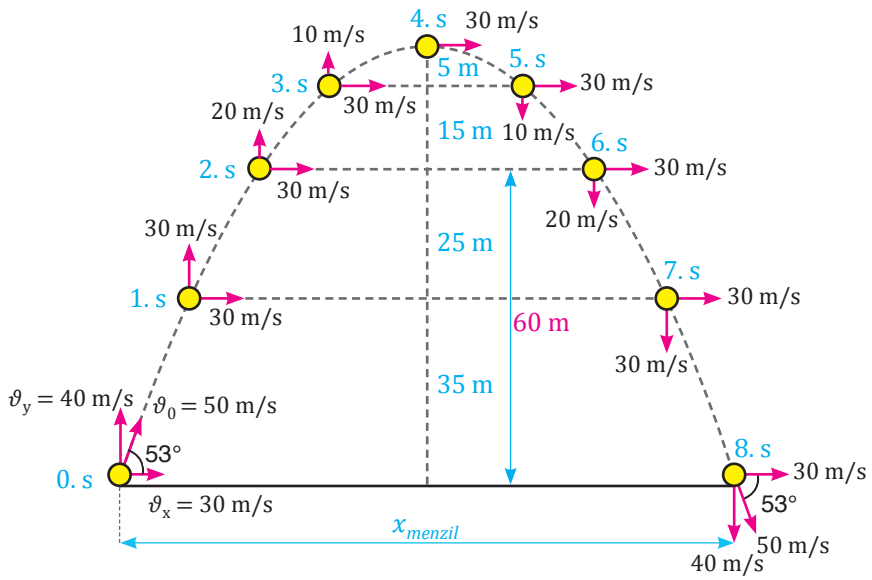
$40^2 = 20^2 + 2 \cdot 10 \cdot h$

$h = 60$ m bulunur.

c) Topun yukarı çıkarken düşey doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğü $\vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$ ve aşağı inerken düşey doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğü $\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$ matematiksel modelleri ile hesaplanır. Buna göre her bir zaman aralığında hesaplanan topa ait yer değiştirme büyüklükleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

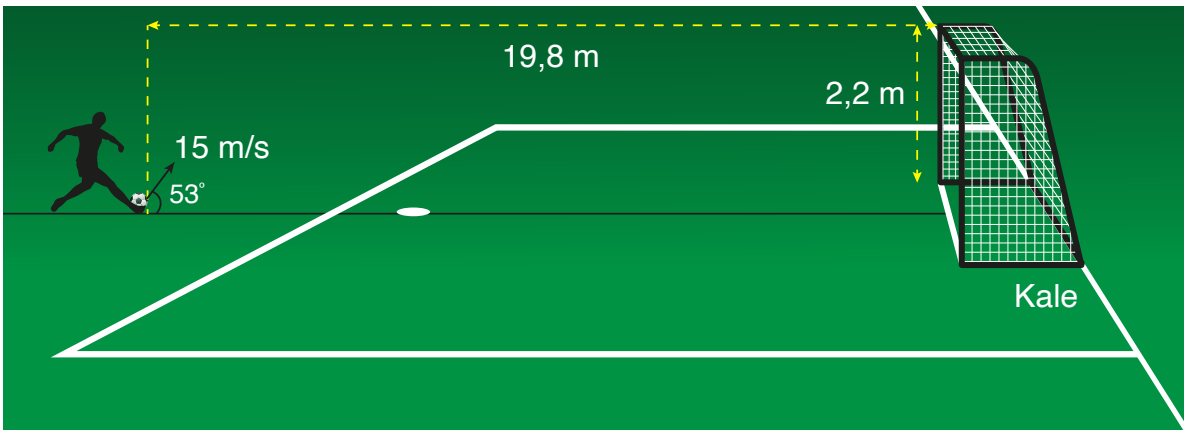
Zaman Aralığı (s)	Düşey Doğrultudaki/Eksendeki Yer Değiştirmesi (m)	Zaman Aralığı (s)
(0-1)	35	(7-8)
(1-2)	25	(6-7)
(2-3)	15	(5-6)
(3-4)	5	(4-5)

Top için hesaplanan değerler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir:



1.23. Soru

Bir futbolcu, antrenman esnasında penaltı çalışması için 0,45 kg kütleli topa kaleyi hedef alarak vuracaktır. Topun kaleye olan mesafesi 19,8 m ve kalenin yüksekliği 2,2 m'dir.



Futbolcu, topa 15 m/s ilk hızı ile vurur. Top 2,2 s'de kalenin en üst noktasına ulaşarak içeri girer ve gol olur. Buna göre futbolcu, topa 15 m/s hız büyüklüğünden daha büyük veya daha küçük hız büyüklüğüyle ya da daha büyük bir açı ile vurduğunda topun kaleye girip giremeyeceğini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Elde ettiğiniz sonuçları yazınız.

Cevap

Örnek

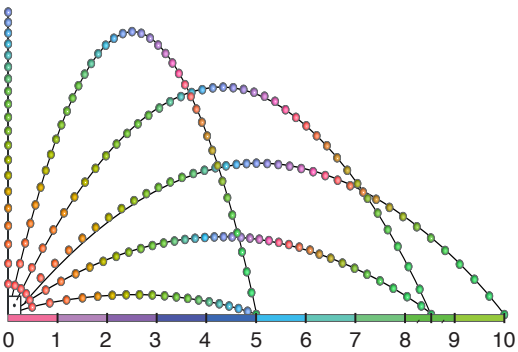
TÜBİTAK Bilim Şenlikleri kapsamında Uzay ve Havacılık Kulübü öğrencileri tarafından açık alanda tüm güvenlik önlemleri alınarak su roketi yarışması düzenlenmiştir. Yarışmanın amacı, su roketinin en uzağa gitmesini sağlamaktır. Yandaki görsel, yarışmada tasarımcısına birinciliği kazandıran plastik su roketini göstermektedir.

Buna göre bir öğrenci su roketini hava sürtünmesinin ihmal edildiği ortamda hangi değişkenleri dikkate alarak tasarlamalıdır?

Çözüm

Hava sürtünmesi önemsenmediğinde roketin şeklinin, kanat sayısının ve içindeki su miktarının bir önemi olmaz. Bu durumda fırlatma hızı ve fırlatma açısına dikkat edilerek tasarlanan roket yarışmayı kazanacaktır.

1.24. Soru



Bir futbolcu tarafından kaleye farklı açılarla altı ayrı şut çekilmiştir. Futbolcu şut çekimlerinde topa aynı büyüklükteki hızla ve aynı yerden vurmaktadır. Topların kalenin önündeki zemine düştüğü noktalar şekilde gösterilmiştir.

Buna göre

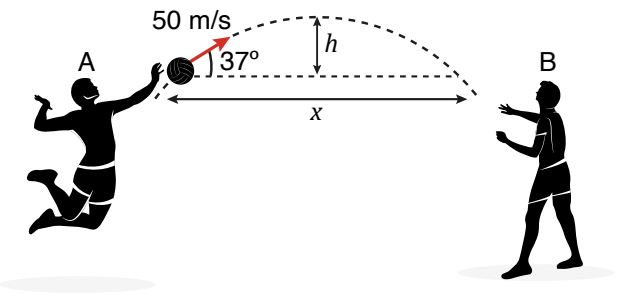
a) Futbolcunun her bir atışı arasındaki açının eşit olduğunu göz önünde bulundurarak şekildeki verilerle tabloyu doldurunuz.

Yatay Doğrultu İle Yapılan Açı	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesi

b) Tablodan yararlanarak farklı atış açılarının topun yatay doğrultuda aldığı mesafe üzerindeki etkisiyle ilgili hangi genellemelerin yapılabileceğini açıklayınız.

Cevap

1.25. Soru



İki voleybol oyuncusu, topu şekilde gösterildiği gibi birbirlerine atarak hazırlık çalışması yapmaktadır.

A sporcusu topu yatayla 37° açı yapacak şekilde 50 m/s hız büyüklüğü ile B oyuncusuna atmaktadır.

Buna göre

a) Topun A oyuncusunun ellerinden çıktığı andaki hızının düşey bileşenini hesaplayınız.

b) Topun en yüksek noktaya ulaşması için geçen süreyi hesaplayınız.

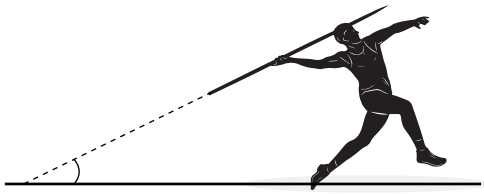
c) Topun ulaştığı maksimum yüksekliği (h_{maks}) hesaplayınız.

ç) İki oyuncu arasındaki x mesafesini bulunuz.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. cos37° = 0,8; sin37° = 0,6; g = 10 m/s^2 alınız.)

Cevap

1.26. Soru



Cirit sporunda kullanılan cirit, yatay eksenle belli bir açı oluşturacak şekilde atılır. Ciridin hareketi iki boyutlu serbest düşme hareketine örnektir.

Şekildeki sporcu, ciridin yatay eksenle farklı açılar yapacak şekilde en uzak mesafeye ulaşmasını hedefleyerek ciridi 20 m/s ilk hız büyüklüğü ile fırlatmaktadır.

Buna göre ciridin

a) Tabloda verilen yatay eksen ile yaptığı açı değerlerini dikkate alarak yatay ve düşey hız büyüklüklerini, havada kalma süresini ve menzilini hesaplayarak tabloya yazınız.

Yatay Eksenle Yaptığı Açı	Yatay Hız (m/s)	Düşey Hız (m/s)	Havada Kalma Süresi (s)	Menzil (m)
30°				
37°				
45°				
53°				
60°				

b) Doldurduğunuz tablodan yola çıkarak ciridin havada kalma süresinin en uzun olması ve yatay doğrultuda en uzak mesafeye düşmesi için cirit hangi açılarla atılmalıdır?

c) Başlangıçtaki hız büyüklüğü aynı olacak şekilde iki kere atılması durumunda yerde aynı noktaya düşmesi için cirit hangi açılarla atılmalıdır?

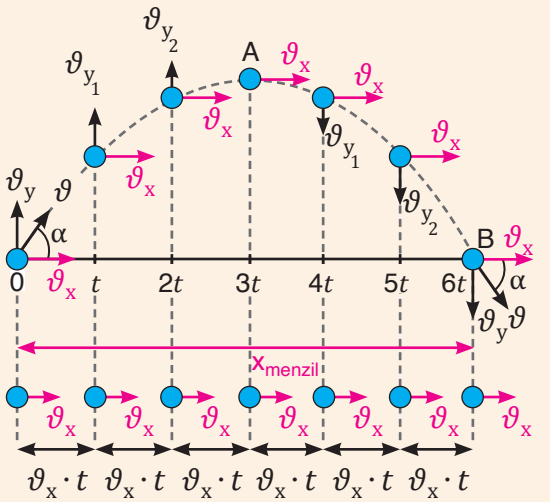
(g = 10 m/s^2 alınız.)

$sin\,37° = cos\,53° = 0{,}6$	$sin\,30° = cos\,60° = 0{,}5$	$sin\,45° = cos\,45° = \frac{\sqrt{2}}{2}$
$cos\,37° = sin\,53° = 0{,}8$	$sin\,60° = cos\,30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$	

Cevap

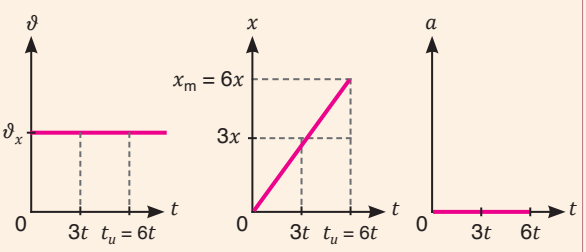
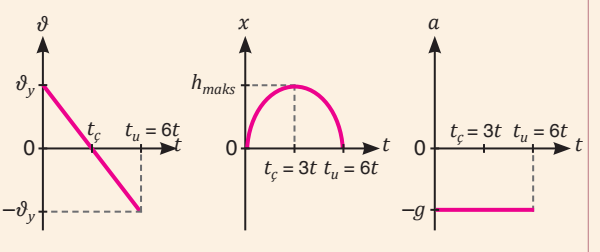
Kontrol Noktası

Bir cisim yatayla α açısı yapacak şekilde atıldığı andan itibaren 6t süre sonunda yere çarptığına göre cismin iki boyutta serbest düşme hareketine ait şekil aşağıdaki gibi olur:



Tabloda iki boyutta sabit ivmeli hareket yapan cismin yatay ve düşey doğrultulardaki hareketine ait matematiksel modeller ile ilgili grafikler verilmiştir:

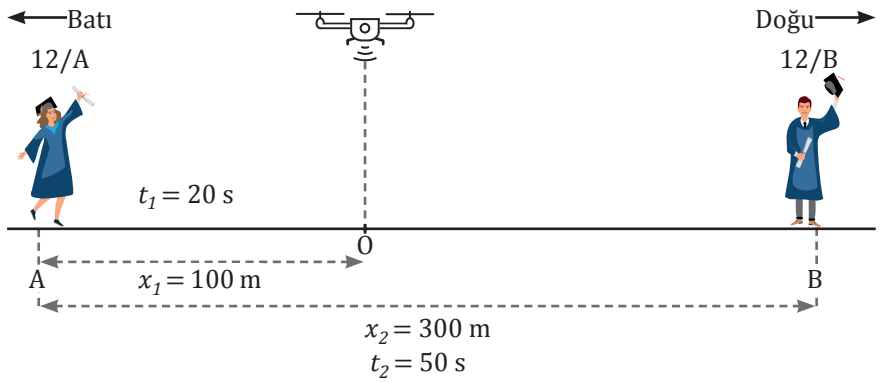
Yatay Doğrultuda Hareket (Sabit Hızlı Hareket)		**Düşey Doğrultuda Hareket (Sabit İvmeli Hareket)**	
(0-3t) Zaman Aralığı	**(3t-6t) Zaman Aralığı**	**(0-3t) Zaman Aralığı** (İlk hızı sıfırdan farklı olarak yukarı yönlü serbest düşme)	**(3t-6t) Zaman Aralığı** (İlk hızı sıfır olan aşağı yönlü serbest düşme)
$x = \vartheta_x \cdot t$ $x_{menzil} = \vartheta_x \cdot t_{uçuş}$		$h = \vartheta_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $\vartheta_{y_1} = \vartheta_y - g \cdot t$ $\vartheta^2 = \vartheta_y^2 - 2 \cdot g \cdot h$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $\vartheta = g \cdot t$ $\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$

Yatay Doğrultuda (Sabit Hızlı) Hareket Grafikleri	**Düşey Doğrultuda (Sabit İvmeli) Hareket Grafikleri**
	

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 9 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

1. Bir mezuniyet töreninde sabit süratle hareket eden bir dron ile video ve fotoğraf çekilmektedir. Dron şekildeki gibi O noktası hizasından batı yönünde 20 s'de 100 m hareket ettirilerek A noktasında bulunan öğrencinin görüntüsünü 30 s boyunca çeker. Dron A noktasından başka bir öğrencinin görüntüsünü çekmek için doğu yönüne 50 s'de 300 m yol aldırılarak B noktasına getirilir.



Buna göre

a) Dronun hareketi süresince hesapladığınız konum ve alınan yol büyüklüklerini Tablo 1'e, yer değiştirme ve hız büyüklüklerini Tablo 2'ye yazınız.

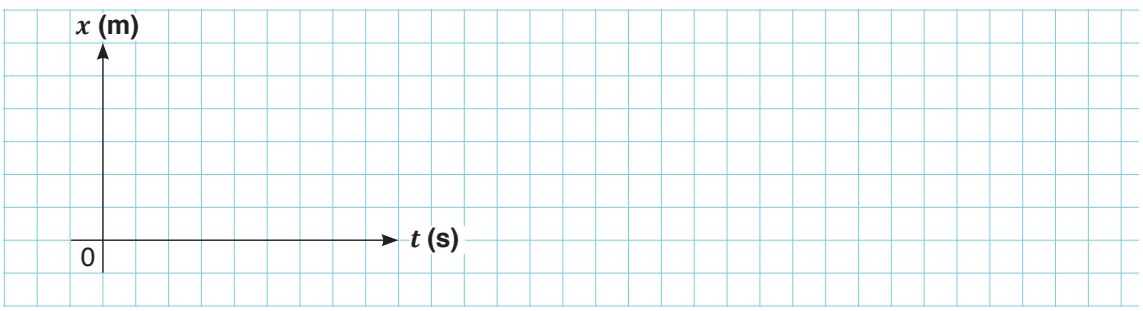
Tablo 1

Zaman	Konum	Alınan Yol
0. s		
20. s		
50. s		
100. s		

Tablo 2

Zaman Aralığı	Yer Değiştirme	Hız
(0-20) s		
(20-50) s		
(50-100) s		

b) Dronun hareketine ilişkin x-t grafiğini eksenleri verilen aşağıdaki grafik üzerinde çizerek yer değiştirmesinin, ortalama hızının ve ortalama süratinin matematiksel modelini yazınız.



c) Yazdığınız matematiksel modellerden yararlanarak dronun ortalama hızını ve ortalama süratini hesaplayınız.

ç) Drona ilişkin aşağıdaki genellemelerden hangisine ulaşılamaz?

A) Yatay doğrultuda batı ve doğu yönlerindeki hızları birbirinden farklıdır.
B) Hareketi süresince ortalama hızı ve ortalama sürati birbirinden farklıdır.
C) Yatay doğrultuda aldığı yol ve yaptığı toplam yer değiştirme birbirine eşittir.
D) Yatay doğrultuda ve aynı yönde aldığı yol ile yaptığı yer değiştirme birbirine eşittir.
E) Doğrusal yol boyunca eşit zaman aralıklarında eşit yollar alması durumunda hızı sabittir.

2. Polis Akademisi uygulama öğrencileri, otoyolda hız kontrolü yapmaktadır. Öğrenciler aynı yönde hareket eden üç farklı aracın her 1 s'deki hızlarını kaydederek aşağıdaki tabloyu elde ederler. Araçların hareket yönleri pozitif olarak seçilmiştir.

Zaman	A Aracının Hızı (m/s)	B Aracının Hızı (m/s)	C Aracının Hızı (m/s)
1. s	12	16	30
2. s	16	18	27
3. s	20	20	24
4. s	24	22	21
5. s	28	24	18

Araçların sabit ivme ile hareket ettiği bilindiğine göre tablodan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Aşağıdaki tabloda verilen zaman aralıkları için A, B ve C araçlarının ivmeleri pozitif ise "pozitif ivme" negatif ise "negatif ivme" yazınız.

İvmesi Ölçülen Araç	(1-2) s	(2-3) s	(3-4) s	(4-5) s
A				
B				
C				

b) Araçların 6. s'deki hızlarını tahmin ederek yazınız.

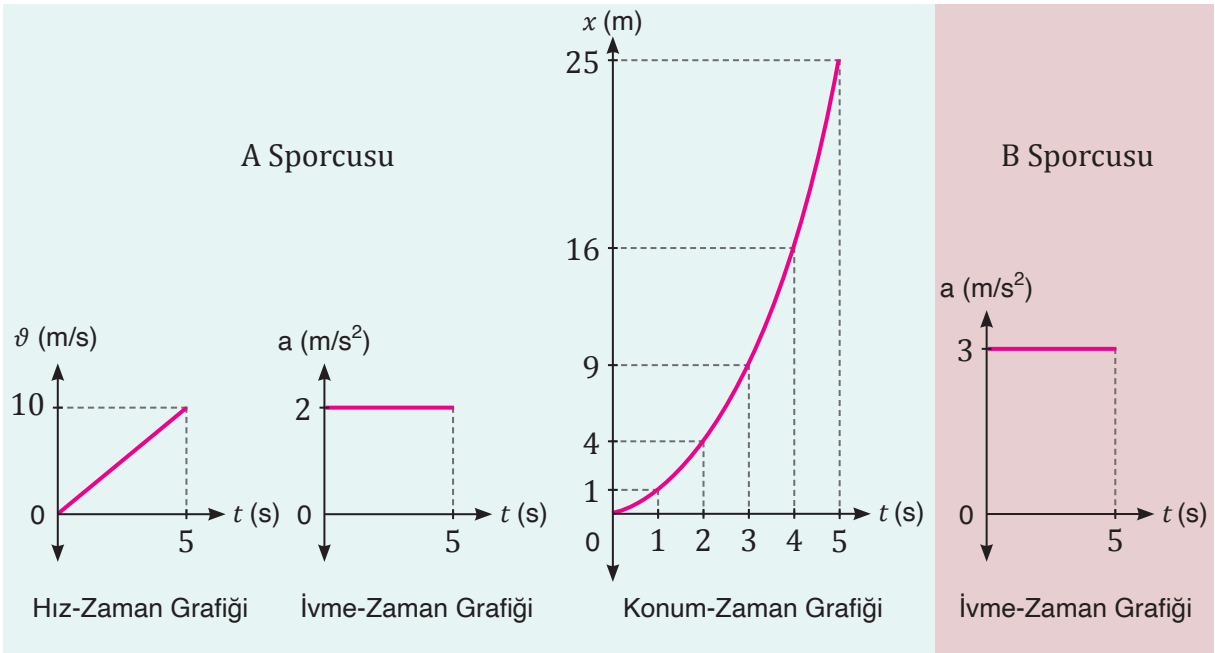
Zaman	A Aracının Hızı (m/s)	B Aracının Hızı (m/s)	C Aracının Hızı (m/s)
6.s			

c) Araçların hareketlerine ilişkin aşağıdaki genellemelerin başında bulunan yay ayraç içine ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

(.....) I. Araç pozitif yönde hızlanırsa ivme değeri pozitiftir.
(.....) II. A aracı, 2. s'den sonra ivmeli hareket yapmaya başlamıştır.
(.....) III. B aracı, sadece (1-3) s aralığında ivmeli hareket etmiştir.
(.....) IV. İvme, hızın negatif yönde zamanla azalması durumunda negatif değer alır.
(.....) V. En büyük hız artışı A aracında görülmektedir.
(.....) VI. C aracı pozitif yönde yavaşladığından ivmesi pozitiftir.
(.....) VII. İvme büyüklüğü en küçük olan araç B'dir.

ç) İvme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.

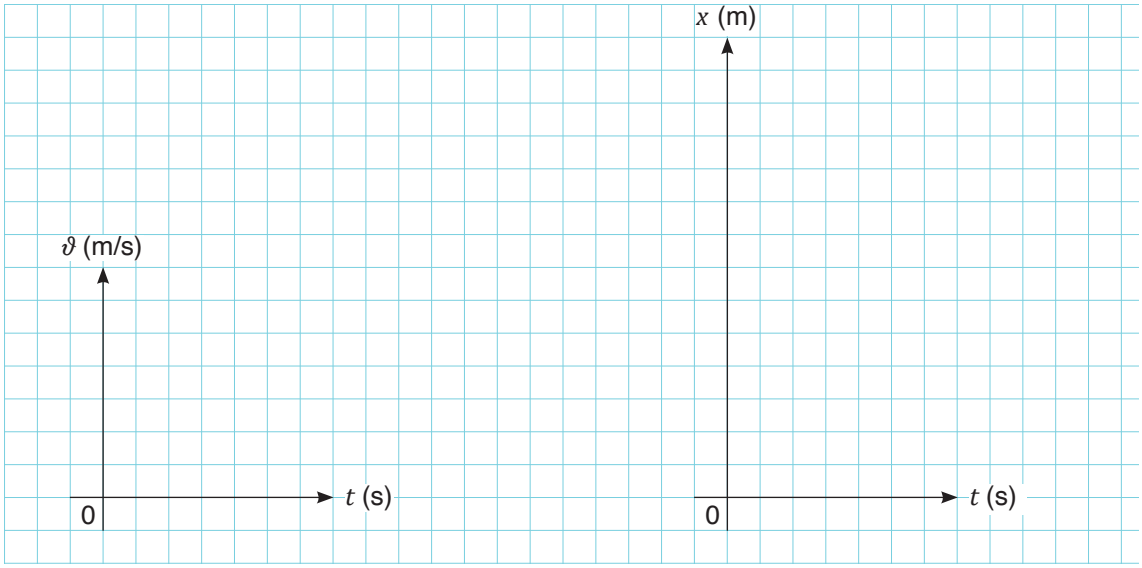
3. Paralimpik oyunlarından biri olan tekerlekli sandalye atletizm yarışlarında A ve B sporcuları doğrusal bir yol üzerinde ve $t = 0$ anında aynı konumdan harekete başlamaktadır. A sporcusunun yaptığı harekete yönelik ϑ-t, a-t ve x-t grafikleri ile B sporcusunun a-t grafiği aşağıda verilmiştir.



Buna göre

a) A sporcusunun ϑ-t, a-t ve x-t grafiklerini inceleyerek 3. s'deki hızının, ivmesinin ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü bulunuz.

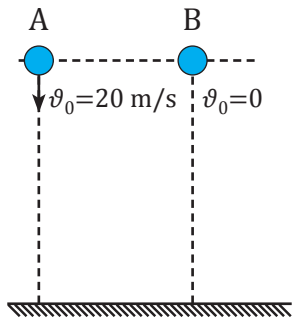
b) A sporcusunun hareket grafiklerinden yararlanarak B sporcusuna ait a-t grafiğini ϑ-t ve x-t grafiğine dönüştürünüz.



c) A ve B sporcularının hareket grafiklerini doğrulayan hız, yer değiştirme ve ivme kavramlarına yönelik matematiksel modelleri yazınız.

ç) Yatay doğrultuda sabit ivmeli harekete ait grafikler ve matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümlelerinizle ifade ediniz.

4.



Nilay öğretmen, öğrencilerine hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda kütleleri sırasıyla m ve 2m olan iki cismin serbest düşme hareketini yavaş çekimde gösteren videoları izletir. Bu videolarda şekildeki gibi ilk hızının büyüklüğü 20 m/s olan A cisminin ve ilk hızı sıfır olan B cisminin belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığı gözlemlenir. Öğrenciler videoları inceler ve her 1 s sonunda cisimlerin hız ve yer değiştirme büyüklüklerini kaydederek aşağıdaki tabloyu doldururlar.

Zaman	A Cisminin Hız Büyüklüğü (m/s)	A Cisminin Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	B Cisminin Hız Büyüklüğü (m/s)	B Cisminin Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)
t = 0	20	0	0	0
t = 1. s	30	25	10	5
t = 2. s	40	60	20	20
t = 3. s	50	105	30	45
t = 4. s	60	160	40	80

Buna göre tablodaki verilerden yararlanarak A ve B cisimlerinin

a) Hızlarındaki değişimler ile ivmeleri arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

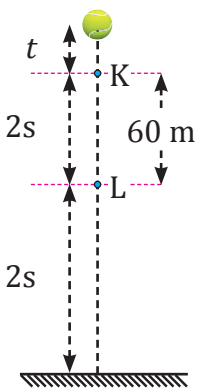
b) Hareket ettiği ortamın yer çekimi ivmesinin büyüklüğü nedir?

c) Serbest düşme hareketi ile ilgili aşağıda verilen

I. Cisimlerin hızları her 1 s'de 10 m/s artmıştır.
II. Cisimler her bir zaman aralığında eşit yer değiştirmeler yapar.
III. Cisimlerin yer değiştirme büyüklükleri zamanın karesiyle orantılı olarak artar.
IV. Cisimlerin hız değişimleri kütlelerinden bağımsızdır.
V. Kütleleri eşit olan cisimlerin yer değiştirme büyüklükleri de eşit olur.

genellemelerinden hangileri doğrudur?

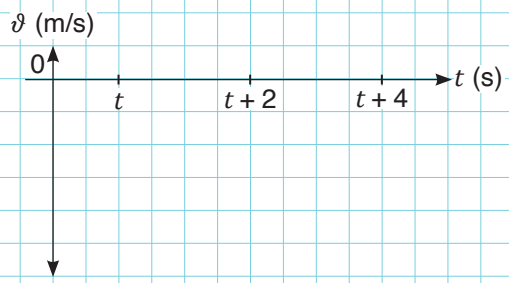
5.



Fizik dersinde öğrencilere serbest düşen cisimlerle ilgili havası boşaltılmış ortamda yapılan bir deneyin videosu izletilir. Bu videoda şekilde gösterildiği gibi tenis topunun belli bir yükseklikten serbest bırakıldığı gösterilir. Serbest bırakılan tenis topu; şekildeki gibi t süre sonra K noktasına ulaşmakta, 60 m olan K ve L arasını 2 s'de geçmekte ve L noktasından geçtikten 2 s sonra da yere çarpmaktadır.

Yer çekimi ivmesinin büyüklüğü g = 10 m/s^2 olarak kabul edildiğine göre

a) Tenis topunun hareketi ile ilgili verileri kullanarak ϑ-t grafiğini çizip tabloyu doldurunuz.

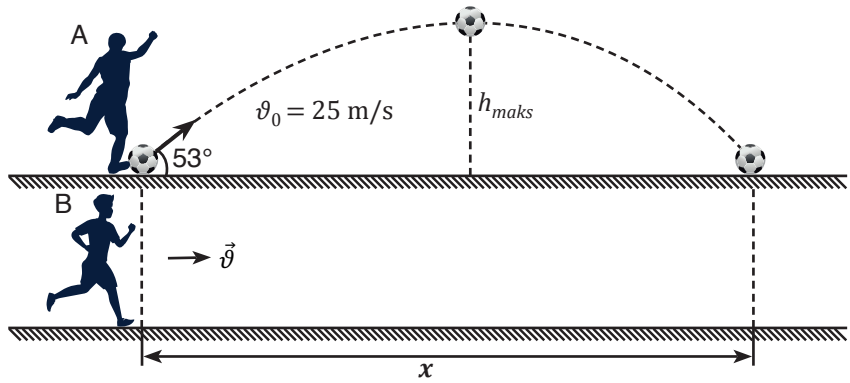


Zaman (s)	Hız (m/s)	Yer Değiştirme (m)
t		
$t + 2$		
$t + 4$		

b) Çizdiğiniz grafikten yararlanarak tenis topunun 3. s'deki yerden yüksekliğini bulunuz.

c) Serbest düşme hareketini tenis topunun hızı ve yer değiştirmesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

6. Bir futbol maçında A futbolcusu, yatay eksenle 53°lik açı yapacak şekilde vurduğu topa 25 m/s'lik bir hız kazandırır. Karşı takımın B futbolcusu ise A futbolcusu ile aynı anda ve aynı yönde sabit hızla koşarak topu yakalamayı planlamaktadır. *(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)*



A ve B futbolcuları t = 0 anında şekildeki gibi yan yana olduklarına göre

a) Topun hızının düşey doğrultudaki bileşenine ait değişimi açıklayınız.

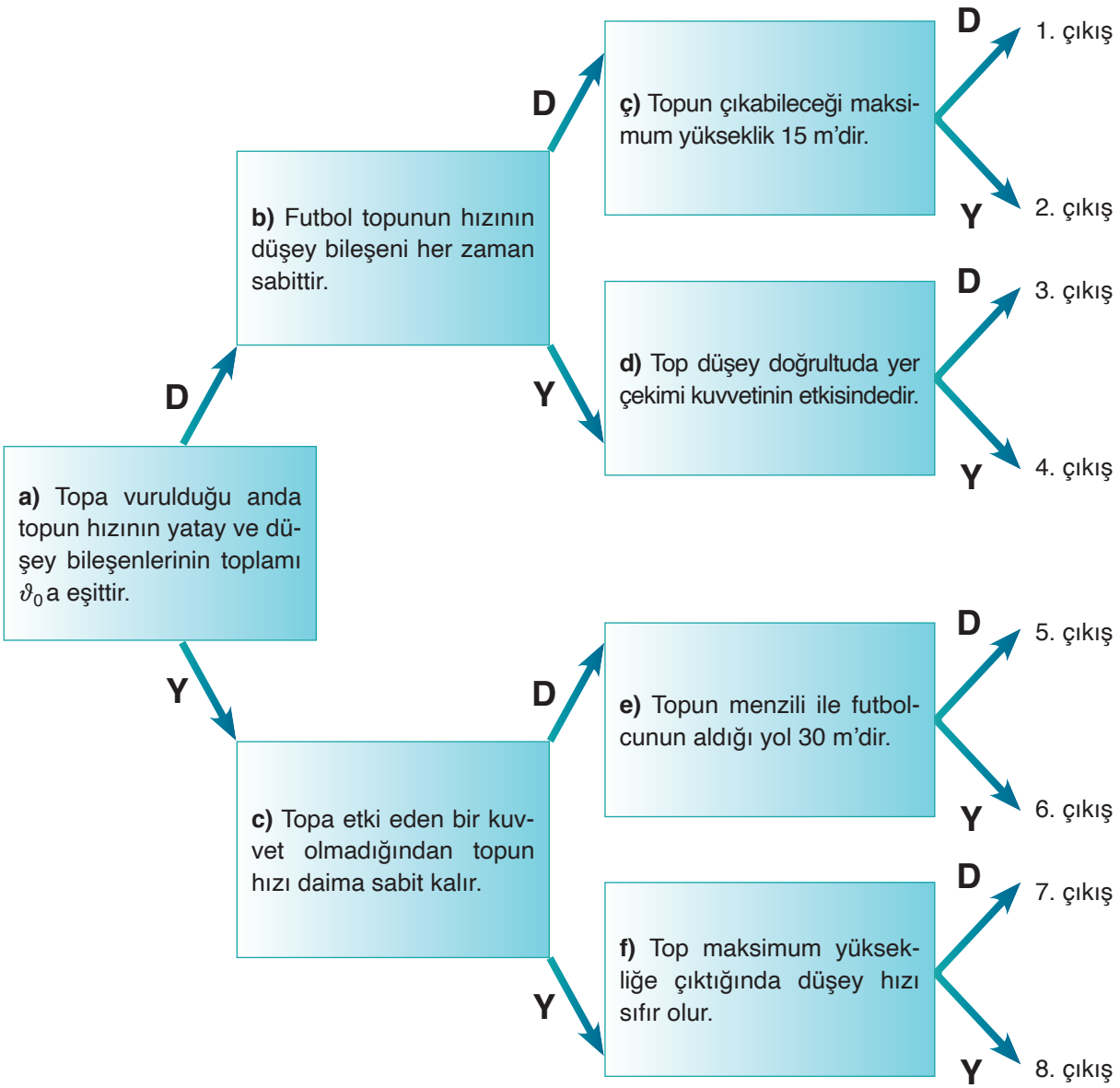
b) Topun hızının yatay doğrultudaki bileşenine ait değişimi açıklayınız. B futbolcusunun topu yakalayabilmesi için en az kaç m/s'lik sabit hızla koşması gerektiğini hesaplayınız.

(sin 53° = 0,8; cos 53° = 0,6 alınız.)

c) Top kaç s sonra yere düşer?

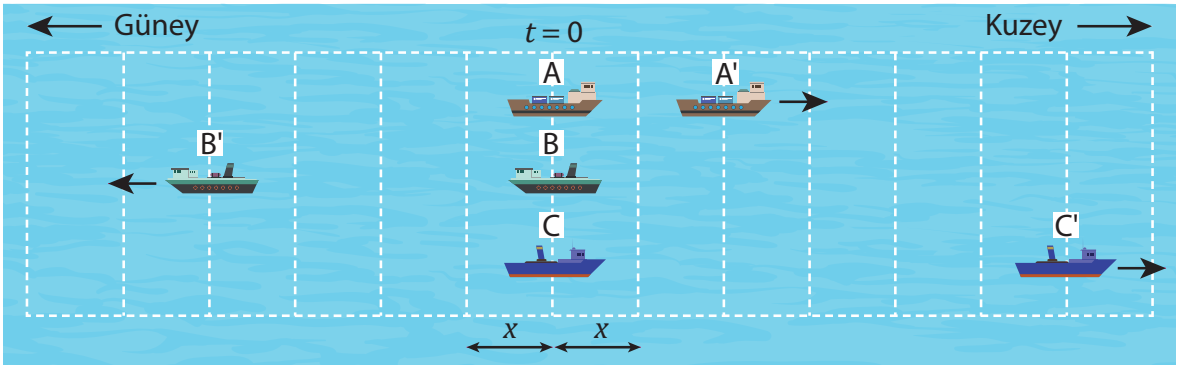
ç) Aşağıda verilen tanılayıcı dallanmış ağaçtaki ifadelerin doğru olduğunu düşünüyorsanız "D", yanlış olduğunu düşünüyorsanız "Y" harfinin yazılı olduğu yönlendirici okları takip ediniz. İlk ifadeden başlayarak yapacağınız seçimlerle oklar yönünde ilerleyiniz ve sekiz farklı çıkış noktasından birine ulaşınız.

(Havanın sürtünme kuvvetini ihmal ediniz. g = 10 m/s^2 alınız.)



d) İki boyutta sabit ivmeli harekete yönelik en az iki genellemeyi kendi cümleleriniz ile yazınız.

7. Çanakkale Boğazı'ndaki gemi trafiğinin her iki yönde de açık olduğu bir zaman diliminde A, B ve C gemilerinin başlangıç konumları şekilde gösterilmektedir.



Gemiler başlangıçta durmakta iken $t = 0$ anında harekete başlamıştır. A ve C gemileri kuzey yönüne, B gemisi ise güney yönüne hareket etmektedir. Şekildeki her bir aralığın eşit uzunlukta olduğu kabul edilmiş ve A, B ve C gemilerinin t süre sonra geldiği konumlar sırasıyla A', B' ve C' olarak belirtilmiştir.

Kuzey pozitif yön, güney ise negatif yön olarak kabul edildiğine göre

a) A, B ve C gemilerinin t süre sonra ϑ_a, ϑ_b ve ϑ_c hız büyüklüklerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

b) A gemisinin ivme büyüklüğünün a olduğunu kabul ederek B ve C gemilerinin ivmelerini a cinsinden ifade ediniz.

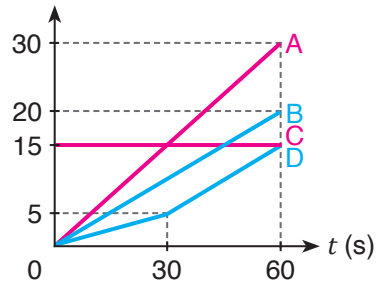
c) Gemilerin hareketlerine ilişkin

I. C gemisi t süre sonra en büyük hıza sahiptir.
II. A ve C gemileri pozitif, B gemisi negatif ivmeye sahiptir.
III. Gemilerin eşit zaman aralıklarındaki yer değiştirmeleri eşittir.
IV. B gemisi t süre sonra en küçük hıza sahiptir.

genellemelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve IV C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

8. ϑ (m/s)



Bir otoyolun gişelerinden geçerken $t = 0$ anında yan yana olan A, B, C ve D araçlarının ilk 60 s'deki ϑ-t grafikleri verilmektedir.

Buna göre

a) Araçların ϑ-t grafiklerini inceleyerek 30. s'deki hızlarını hesaplayınız.

b) Araçların ϑ-t grafiklerinden yararlanarak a-t grafiklerini çiziniz. İvme ve hız kavramlarına ait matematiksel modelleri yazınız.

A Aracı İçin a-t Grafiği	B Aracı İçin a-t Grafiği	C Aracı İçin a-t Grafiği	D Aracı İçin a-t Grafiği

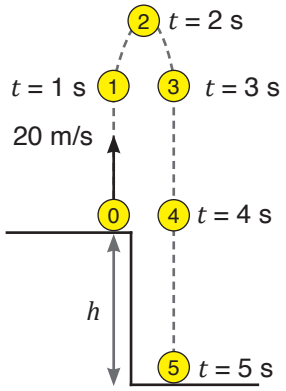
c) Araçların (0-60) s aralığındaki yer değiştirme büyüklüklerini hesaplayarak hangi araçların tekrar yan yana konumlarda bulunabileceğini yazınız.

ç) Araçların ϑ-t grafiklerinden yararlanarak x-t grafiklerini çiziniz.

A Aracı İçin x-t Grafiği	B Aracı İçin x-t Grafiği	C Aracı İçin x-t Grafiği	D Aracı İçin x-t Grafiği

d) Dört araç için çizdiğiniz a-t ve x-t grafikleri ile harekete ait matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile yazınız.

9.



Bir taş uçurumun kenarından yukarıya doğru 20 m/s hız büyüklüğü ile fırlatılmaktadır. Taş 5 s sonra uçurumun tabanına çarpmaktadır. Yandaki şekil, taşın her 1 s'lik aralıklarla bulunduğu konumları göstermektedir.

(Havanın sürtünme kuvvetini ihmal ediniz.)

Buna göre

a) Taşın hareketi ile ilişkili aşağıdaki durumların her birinde ivmenin yönünü yukarı, aşağı veya sıfır olup olmamasına göre belirtiniz.

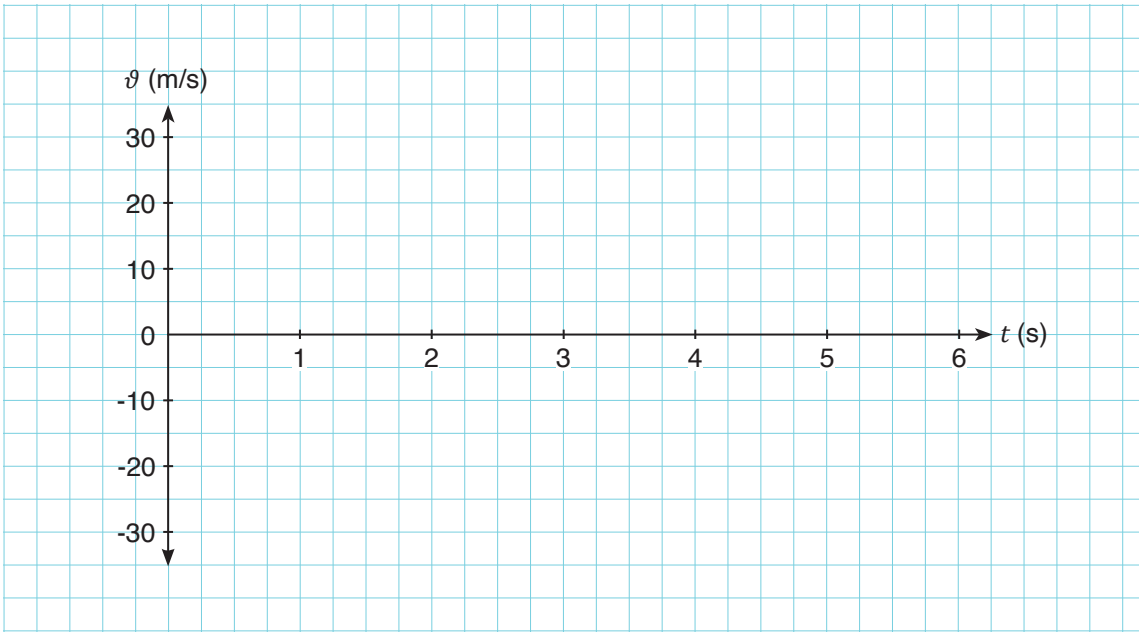
Taş yukarı doğru çıkarken ivmenin yönü ..... olur.

Taş aşağı doğru inerken ivmenin yönü ..... olur.

Taş en üst noktada iken ivmenin yönü ..... olur.

b) Taşın şekilde verilen 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı noktalardaki hızının yönünü ve büyüklüklerini aşağıda bulunan boş alana şekli yeniden çizerek şekil üzerinde gösteriniz.

c) Taşın hareketine ait ϑ-t grafiğini çiziniz. Serbest düşme hareketi bağlamında taşın yukarı ve aşağı yönünü temsil eden bölgelerini ve hareketin en üst noktasını grafik üzerinde belirtiniz.



ç) Çizdiğiniz grafiğin eğimi fizik bilimine ait hangi kavramı ifade eder?

d) Uçurumun yüksekliğini (h) verilere göre hesaplayınız. Farklı kütleye sahip olan bir cismin farklı hızla atılması durumunda uçurumun yüksekliğini alma süresi nasıl değişir? Açıklayınız.

Ünite ile ilgili daha fazla soru çözmek için karekodu kullanınız.

2. ÜNİTE
ENERJİ

2.1. İş, Enerji ve Güç
2.2. Enerji Biçimleri
2.3. Mekanik Enerji
2.4. Enerji Kaynakları

► **Anahtar Kavramlar**

- **iş**
- **enerji**
- **güç**
- **mekanik enerji**
- **mekanik enerjinin korunumu**
- **yenilenebilen enerji**
- **yenilenemeyen enerji**

► Bu ünitede sizlerden

- yapılan işin büyüklüğünü hesaplayabilmeniz,
- iş, enerji ve güç arasındaki ilişkiye yönelik çıkarım yapabilmeniz,
- güç hesapları yapabilmeniz,
- enerji biçimlerini karşılaştırabilmeniz,
- mekanik enerji ile ilgili hesaplamalar yapabilmeniz,
- yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını karşılaştırabilmeniz

beklenmektedir.

Ünitede sizlerden kavram haritası ve bilgi görseli hazırlamanız, çalışma yaprağındaki soruları çözmeniz, enerji biçimleri hakkında bir performans görevi hazırlamanız, öz değerlendirme formları ile öğrenme günlüğünü doldurmanız ve ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme sorularını çözmeniz istenecektir.

Ünite Karekodu

Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

Geçmişten günümüze ağır yüklerin taşınması veya tarımsal işlerin yapılması gibi yer değiştirme gerektiren işler için insan ve hayvan kuvvetinden yararlanılmıştır. Enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte işler makineler tarafından yapılmaya başlanmıştır. Bu sebeple insanlığın temel amaçlarından biri, makinelerin çalıştırılması için gereken enerjiye en uygun yoldan ulaşmak ve onu etkin şekilde kullanmak olmuştur.

Giderek artan enerji ihtiyacı, birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlardan biri fosil yakıtların tüketilmesi sonucunda küresel ısınmanın artmasıdır. Küresel ısınmanın önüne geçebilmek için yenilenemeyen enerji kaynakları yerine hidrolik enerji, güneş ve rüzgâr enerjileri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır.

Üniteye Başlarken

Enerji, evrendeki tüm fiziksel olayları açıklamada kullanılan temel kavramlardan biridir. Bir sistemin iş yapma kapasitesi olarak tanımlanabilen enerji, farklı biçimlerde bulunabilir ve bu biçimler arasında dönüşüm sağlanabilir. Enerjinin bir biçimden diğerine dönüştürülebilmesi enerjinin korunumunu ifade eder. Bu temel prensip fizik, kimya ve diğer birçok bilim dalında yapılan çalışmalarda önemli bir rol oynar ve teknolojik gelişmelerin temelini oluşturur. Örneğin vücut sıcaklığından faydalanarak elektrik enerjisi üretebilen termoelektrik giysiler, hareket enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üreten piezoelektrik malzemeler enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlayarak çevresel etkileri azaltmaktadır.

Sürdürülebilir enerji

Sürdürülebilir enerji kullanımını artırmak için teknolojik çözüm önerileri neler olabilir?

Fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olması ve fosil yakıtların kullanımıyla açığa çıkan gazların ciddi çevre sorunlarına yol açması yenilenebilen enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretmeye yönelik araştırmaların yaygınlaşmasında önemli rol oynamıştır. Dünyada son yıllarda elektrik elde edilen yenilenebilen enerji kaynakları arasında rüzgâr, güneş ve biyokütle enerjileri önemli bir yer tutmaktadır. Elektrik enerjisi teknoloji ilerledikçe çok farklı şekillerde elde edilmeye başlanmıştır. Örneğin rüzgâr ve güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirerek çalışan sokak lambaları, reklam panoları gibi sistemler kullanılmaktadır.

Rüzgâr ve güneş enerjisi ile elektrik enerjisi elde edilmesi

Yenilenebilen enerji teknolojilerinin günlük hayatta kullanılabilir hâle gelmesi, insanlara çevre dostu ve sürdürülebilir çözümler sağlamaktadır. Örneğin montlara entegre edilen sistemler ile giysilerin güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi sağlanmıştır. Buna benzer bir uygulama ise yürüyüş sırasında zemine yerleştirilen malzemelerin üzerine basılmasıyla hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilebilmesidir.

Güneş pilleri ile kaplı mont

Günümüzde yenilenebilen enerji kaynaklarının yenilenemeyen enerji kaynaklarından daha fazla tercih edilmesinin sebepleri nelerdir?

Giyilebilir teknolojiler enerji tasarrufu açısından ne şekilde fayda sağlayabilir?

Ön Değerlendirme

Aşağıdaki şemada verilen iş ve enerji kavramlarına ilişkin soruların cevaplarını ön bilgilerinizden yararlanarak altındaki boşluklara yazınız. Cevaplarınızı arkadaşlarınızın cevaplarıyla karşılaştırarak doğruluğunu değerlendiriniz.

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Günlük hayatta iş olarak nitelendirilen her eylem, fizik bilimi açısından da iş olarak tanımlanabilir mi?

Bir öğrencinin çantasını sırtında taşıyarak düz yolda gitmesi fizik bilimi açısından iş olarak nitelendirilebilir mi?

Duvara kuvvet uygulayan bir öğrenci iş yapmış olur mu?

Resmî bir törende bayrak tutan öğrenci enerji harcamış ve fizik bilimi açısından iş yapmış olur mu?

Enerji biçimleri nelerdir? Günlük hayatta en fazla kullanılan enerji biçimi hangisidir?

Bir kişi merdiveni ve yürüyen merdiveni kullanarak aynı yüksekliğe çıktığında her iki durum için kişinin yaptığı iş ve harcadığı enerji aynı olur mu?

2.1. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ

Konuya Başlarken

Eşyaların bulunduğu kattan daha üst katlara taşınmasında merdivenlerin kullanılması veya sabit makara sisteminden yararlanılması gibi yöntemlere başvurulabilir. Her iki yöntemle de eşya aynı yüksekliğe taşınır ancak sabit makara sisteminin tercih edilmesi, işin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlar. İşin yapılma süresi kısaldığından aynı zaman diliminde daha fazla eşya taşınabilir. Benzer şekilde çeşitli binalarda farklı tipte asansörler bulunmaktadır. Bu asansörler, aynı yüksekliklere çıkmalarına rağmen işlevlerine bağlı olarak aynı yüksekliğe çıkma sürelerinde farklılıklar gösterir. Örneğin insanların kullandığı asansörler ile eşyaların taşındığı asansörler yapı ve hız olarak birbirinden oldukça farklıdır.

Eşyaların taşınmasında kullanılan her iki yöntemde de yapılan iş hakkında ne söylenebilir?

Yükü taşımak için siz başka hangi yöntemleri kullanırdınız?

Yükü taşımak için kullanılan yöntemlerin avantaj ve dezavantajları neler olabilir?

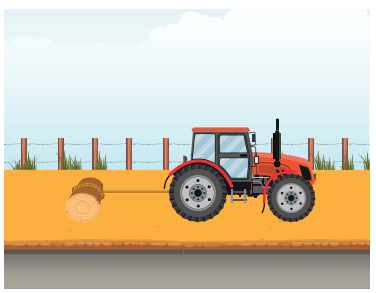
Bir yükün farklı yollarla taşınması

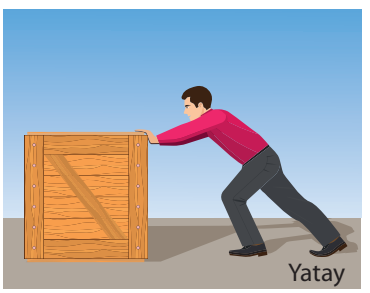
A) Kuvvet-Yer Değiştirme Grafiği Kullanılarak İş Kavramının Tanımlanması

2.1. Etkinlik

Adı	KUVVET VE YER DEĞİŞTİRME İLİŞKİSİ
Amaç	Kuvvet-yer değiştirme grafiğini kullanarak iş kavramına yönelik çıkarım yapabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız ve "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

1. Aşağıda verilen günlük hayat örneklerini inceleyerek yüke uygulanan kuvvetin yer değiştirmeye olan etkisi hakkındaki tahminlerinizi boş bırakılan alana yazınız.



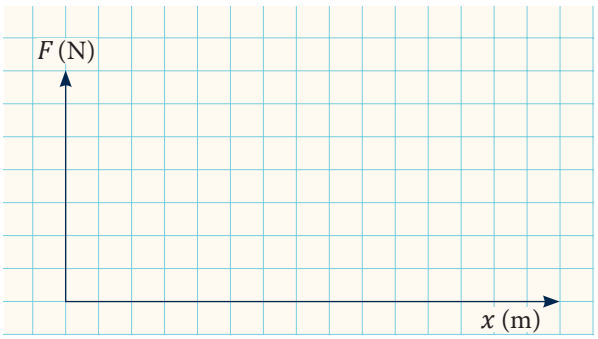


2. Tahminlerinizi test etmek için yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.

3. Sürtünmesi ihmal edilen yatay bir zeminde durmakta olan 2 kg kütleli cisme uygulanacak kuvvet değerini 10 N olarak seçip "BAŞLAT" butonuna tıklayarak simülasyonu başlatınız.

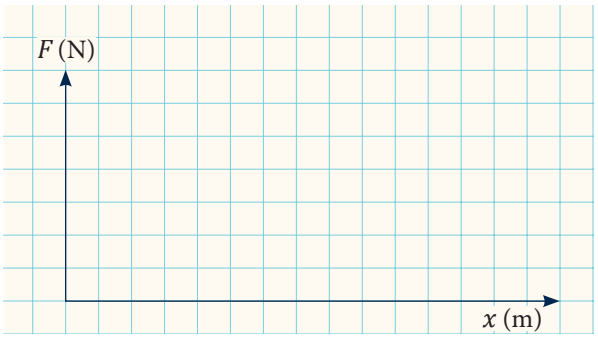
4. Cismin her 1 s aralığında yaptığı yer değiştirmeyi tabloda ilgili alana yazınız. Tablodaki verilerden yararlanarak cisme ait F-x (kuvvet-yer değiştirme) grafiğini ilgili alana çiziniz.

Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değiştirme (m)
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	

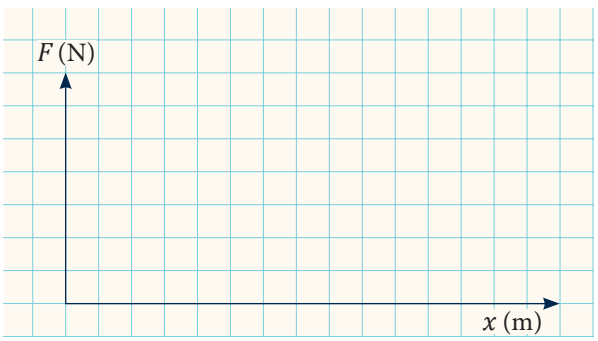


5. Cisme uygulanacak kuvvet değerini sırasıyla 20 N ve 30 N seçerek simülasyonu tekrarlayınız. Aşağıdaki tabloları doldurarak F-x grafiklerini çiziniz.

Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değiştirme (m)
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	



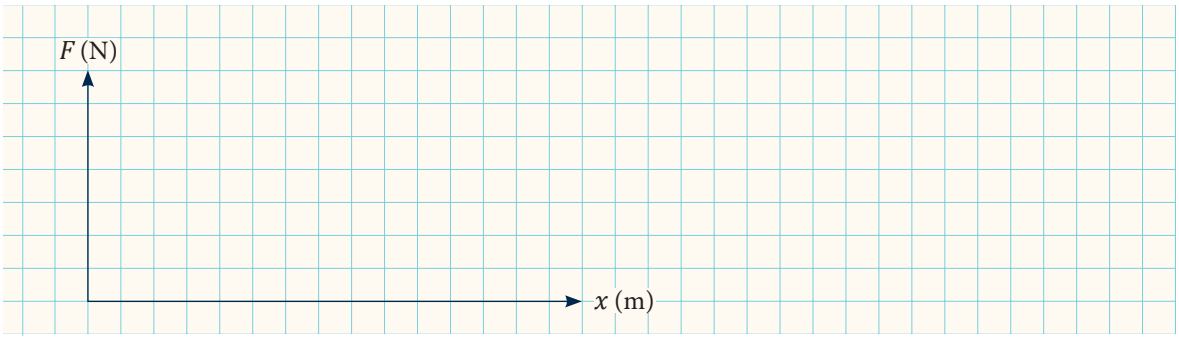
Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değiştirme (m)
1	30	
2	30	
3	30	
4	30	
5	30	



6. Hareket boyunca uygulanan kuvvetin ortalaması ile yer değiştirmenin çarpımı işi verir. Değişimi sabit olan kuvvet için ortalama kuvvetin büyüklüğü $F_{ortalama} = \frac{F_{ilk} + F_{son}}{2}$ eşitliği ile bulunur. Bu ifadeden ve grafiklerden yararlanarak işin matematiksel modelini aşağıdaki ilgili alana yazınız.

7. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız. Ekranda görülen "Başlat" butonuna tıklayarak simülasyonu gözlemleyiniz. Gözlemlediğiniz verileri tabloya yazarak F-x grafiğini çiziniz. Çizdiğiniz grafikten yararlanarak yapılan işi hesaplayınız.

Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değiştirme (m)
1		
2		
3		
4		
5		

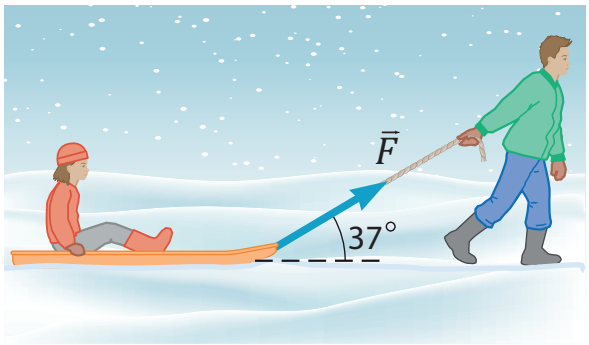


8. Çizdiğiniz grafikleri inceleyerek kuvvet ve yer değiştirme arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

9. Çizdiğiniz F-x grafikleri yardımıyla iş kavramına ilişkin genellemelerinizi yazınız.

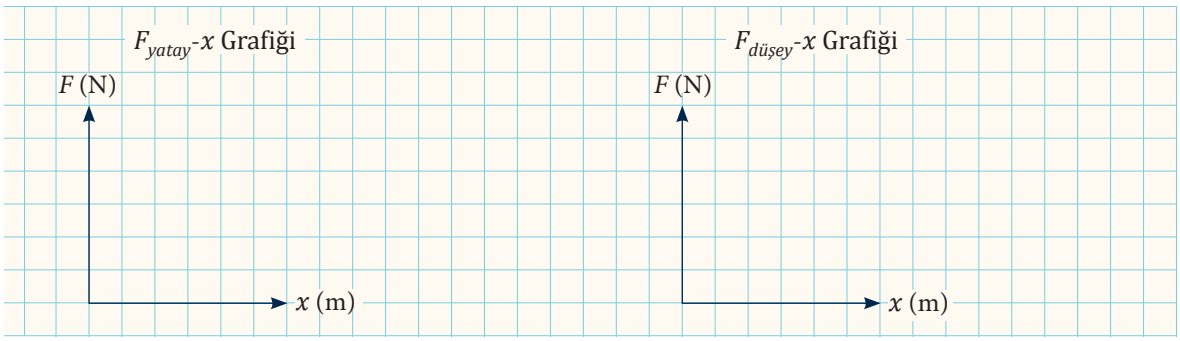
Değerlendirme

1.

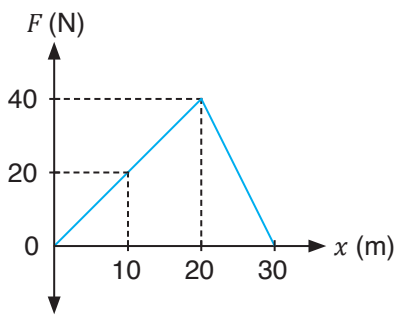


Burak, şekildeki gibi yatay eksenle 37° açı yapan 1N büyüklüğündeki kuvvet ile kızak üzerinde oturan Ela'yı çekmektedir. Ela yatay doğrultuda 15 m yer değiştirdiğine göre kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerinin yer değiştirmeye bağlı grafiğini çiziniz. Uygulanan kuvvetin yönünün yer değiştirmeye etkisini grafiklerle ilişkilendirerek yorumlayınız.

(Sürtünme kuvvetini ihmal ediniz ve sin 37° = 0,6; cos 37° = 0,8 alınız.)



2.



Sürtünmesiz yatay düzlemde duran bir cisme etki eden kuvvetin cismin yer değiştirmesine bağlı grafiği şekildeki gibidir. Grafikten yararlanarak aşağıdaki genellemelerde boş bırakılan yerleri verilen uygun ifadelerle doldurunuz.

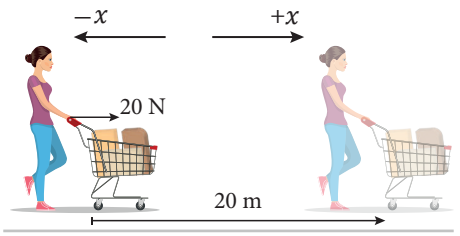
kuvvet	**yer değiştirme**	**iş**	**100 J**	**100 N**	**200 J**

a) Kuvvetin artması ile ..... artar. Dolayısıyla cisim üzerinde yapılan ..... artar.

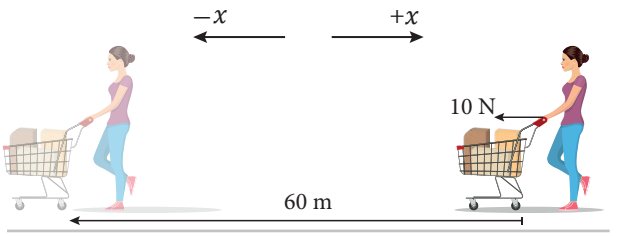
b) 20-30 m arasında cisme uygulanan kuvvet cisim üzerinde ..... kadar iş yapar.

c) Cisme uygulanan kuvvet 20 N'a ulaştığında cisim üzerinde yapılan iş ..... olur.

3. Bir markette alışveriş yapan Derya, durmakta olan alışveriş arabasına yatay düzleme paralel olarak Şekil 1'deki gibi 20 N büyüklüğünde kuvvet uygulayarak arabayı $+x$ yönünde 20 m hareket ettirmektedir. Derya, istediği bölüme ulaştığında bulunduğu konumdan 60 m geride olan başka bir bölümden farklı bir ihtiyacını daha almak ister. Bu durumda Şekil 2'deki gibi $-x$ yönünde 10 N büyüklüğünde kuvvet uygulayarak alışveriş arabasını ilgili rafın bulunduğu konuma getirir.



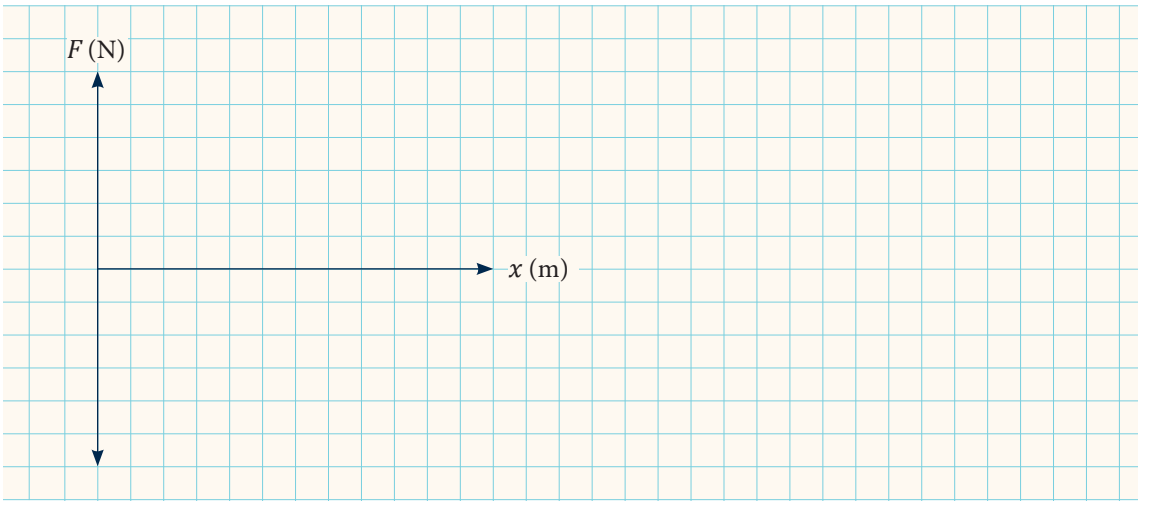
Şekil 1



Şekil 2

Sürtünmeler ihmal edildiğine göre

a) Alışveriş arabasının hareketine ait F-x grafiğini çiziniz.



b) Derya'nın yapmış olduğu yer değiştirme kaç m olur?

c) Derya'nın yaptığı iş kaç J olur?

114

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin		**Tarih:**
Adı Soyadı		
Numarası		
Sınıfı		

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki maddeleri okuyunuz ve cevaplarınızı ilgili boşluklara yazınız.

1. Bu etkinlikte neler öğrendim?

.....

.....

.....

2. Etkinliği uygulama sürecinde beni zorlayan adımlar nelerdir?

.....

.....

.....

3. *F-x* grafiğini çizerken dikkat ettiğim önemli noktalar nelerdir?

.....

.....

.....

4. Grafikten yararlanarak iş kavramının matematiksel modelini oluşturma hakkındaki değerlendirmelerim nelerdir?

.....

.....

.....

5. Etkinliği tekrar yapsaydım hangi konulara dikkat ederdim?

.....

.....

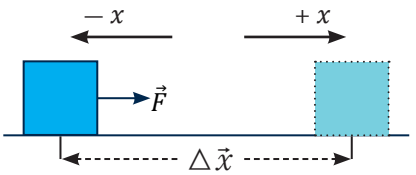
.....

İş, bir cisme uygulanan kuvvet etkisinde cismin yer değiştirmesidir. Kuvvet ve yer değiştirme vektörel büyüklüklerdir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için kuvvetin uygulama yönü ile yer değiştirmenin yönü birbirine paralel olmalıdır *(Şekil 2.1)*.

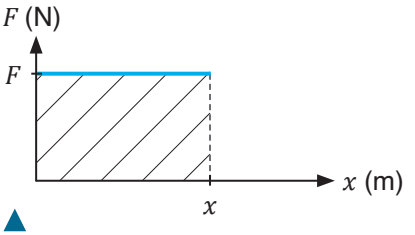
İş, bir cisme uygulanan kuvvet ($\vec{F}$) ile cismin kuvvet doğrultusundaki yer değiştirme büyüklüğünün (Δx) çarpımı olarak ifade edilir. İşin büyüklüğü

$W = F_{net} \cdot \Delta x$

matematiksel modeli ile hesaplanır. Grafik 2.1'de cismin hareketine ait F-x grafiği görülmektedir.



Şekil 2.1: *Kuvvet etkisi altında cismin yer değiştirmesi*



Grafik 2.1: *F kuvveti ile cismin yer değiştirmesini gösteren F-x grafiği*

İş skaler bir büyüklük olup ***W*** ile gösterilir. SI'ya göre işin birimi newton · metredir (N · m). Bu birim **joule** (jul) olarak adlandırılır ve birim sembolü **J** olarak gösterilir. 1 N büyüklüğünde bir kuvvetin etkisiyle cisim 1 m yer değiştirdiğinde cisim üzerinde 1 N · m iş yapılır. Bu durumda 1 N · m = 1 J eşitliği yazılır.

Sürtünmesi ihmal edilen bir ortamda duran bir cisme ya da hareket eden bir cisme hareketi yönünde sabit net kuvvet uygulanarak iş yapıldığında cisim hızlanır. Bu durumda pozitif iş yapılmış olur. Ancak cisme hareket yönüne zıt yönde bir kuvvet uygulandığında yapılan iş negatif olur ve cisim yavaşlar.

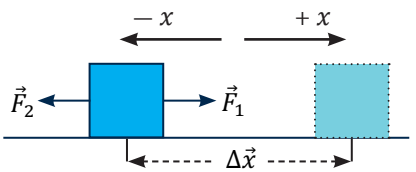
Şekil 2.2, sürtünmesi ihmal edilen ortamda yatay bir doğrultuda $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin etkisinde $+x$ yönünde hareket eden bir cismi göstermektedir. Cisme hareket yönünde etki eden $\vec{F}_1$ kuvveti pozitif, cismin hareketine ters yönde etki eden $\vec{F}_2$ kuvveti ise negatif iş yapar.

$F_1 > F_2$ ise cisim hızlanır.

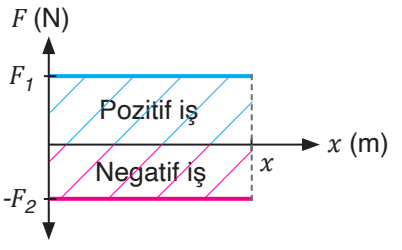
$F_2 > F_1$ ise cisim yavaşlar.

$F_1 = F_2$ ise cisim var olan hareket durumunu korur.

Cisme etki eden kuvvetlerin yer değiştirmeye bağlı grafiği, Grafik 2.2'de verilmektedir.



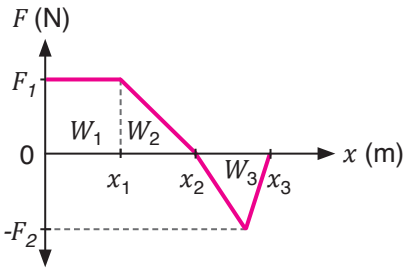
Şekil 2.2: *Cisme uygulanan $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri*



Grafik 2.2: *$\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri ile cismin yer değiştirmesini gösteren F-x grafiği*

F-x grafiğinde cisim üzerinde pozitif iş yapan kuvvet yatay eksenin üstünde, negatif iş yapan kuvvet yatay eksenin altında olur. Net kuvvet tarafından yapılan iş cismin **enerjisindeki değişime** eşit olur.

Cisme etki eden kuvvet etki ettiği süre boyunca sabit ya da değişken olabilir. Hareket boyunca yapılan iş, her iki durumda F-x grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alanın hesaplanmasıyla da bulunabilir. Grafik 2.3'te x ekseninin üstünde kalan W_1 ve W_2 pozitif işi, x ekseninin altında kalan W_3 ise negatif işi gösterir.



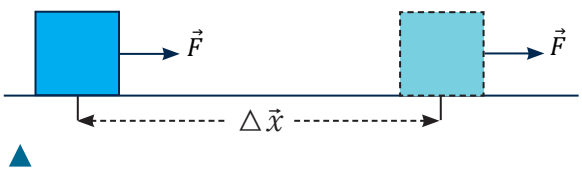
Grafik 2.3: *Yapılan işlerin F-x grafiği üzerinde gösterimi*

Bu durumda cisim üzerinde yapılan net iş W_1 ve W_2 pozitif bölgede, W_3 negatif bölgede olduğundan

$W_{net} = W_1 + W_2 - W_3$ eşitliğiyle hesaplanır.

Sürtünmenin var olduğu durumlarda sürtünme kuvveti, cismin hareketine genellikle ters yönde etki eder. Bu durumda sürtünme kuvvetinin yaptığı iş, negatif işe örnek olarak verilebilir.

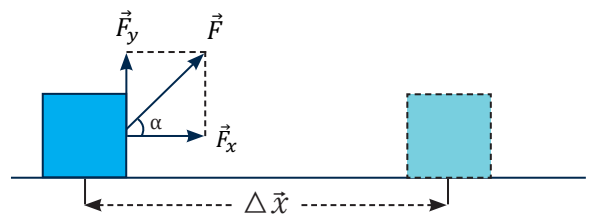
Kuvvetin iş yaptığı farklı durumlar aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 2.3: *Cismin $\vec{F}$ kuvveti etkisiyle yaptığı yer değiştirme*

Şekil 2.3'te cisim üzerine etki eden sabit büyüklükteki kuvvetin etkisi ile kuvvet yönünde cismin yaptığı yer değiştirme gösterilmektedir. Cismin yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü Δx ve cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğü F olduğuna göre iş

$W = F \cdot \Delta x$ matematiksel modeli ile bulunur.

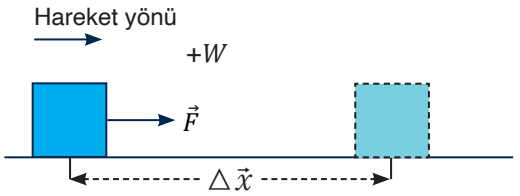


Şekil 2.4: *Cisme etki eden kuvvetin bileşenleri ve yer değiştirmesi*

Şekil 2.4'te cisim üzerine yatay eksenle α açısı yapacak şekilde etki eden kuvvetin etkisi ile cismin yapmış olduğu yer değiştirme gösterilmektedir. Cisim üzerinde iş yapan kuvvet, yer değiştirme yönündeki kuvvet bileşenidir. Bu durumda yapılan iş

$W = F_x \cdot \Delta x$

matematiksel modeli ile bulunur. Cismin yer değiştirme vektörüne dik olan $\vec{F}_y$ kuvveti iş yapmaz.

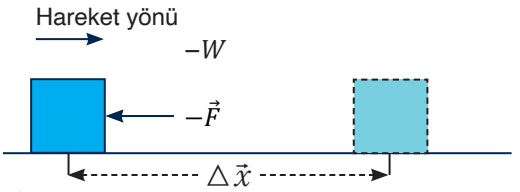


Şekil 2.5: *Cismin yer değiştirmesiyle aynı yönde etki eden kuvvet*

Cismin yer değiştirmesi ile aynı yönde etki eden kuvvetin yaptığı iş pozitiftir (Şekil 2.5).

$W = F \cdot \Delta x$

Bu durumda cisim hızlanır.

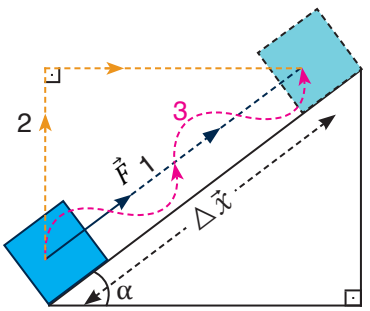


Şekil 2.6: *Cismin yer değiştirmesine ters yönde etki eden kuvvet*

Cismin yer değiştirmesine ters yönde etki eden kuvvetin yaptığı iş negatiftir (Şekil 2.6).

$W = -F \cdot \Delta x$

Bu durumda cisim yavaşlar.



Şekil 2.7: *Cisim üzerine farklı yollarda etki eden kuvvet*

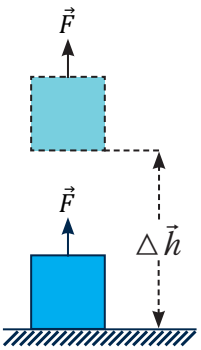
Kuvvetin yaptığı iş yolun şeklinden bağımsızdır (Şekil 2.7). Cismin yaptığı iş şekilde gösterilen her üç durumda birbirine eşit olur.

$W_1 = W_2 = W_3$

Cisim üzerine eğik düzlem yüzeyi ile aynı yönde etki eden F büyüklüğündeki kuvvetin eğik düzlem boyunca yaptığı iş

$W = F \cdot \Delta x$

matematiksel modeli ile bulunur.

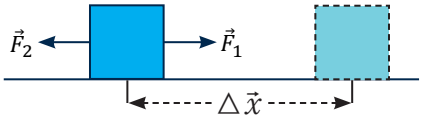


Şekil 2.8: $\vec{F}$ *kuvvetinin etkisinde cismin düşeyde yaptığı yer değiştirme*

Cisim, F büyüklüğündeki kuvvet ile düşey doğrultuda Δh kadar yükselirse (Şekil 2.8) etki eden kuvvet ile yer değiştirme aynı doğrultuda olduğundan kuvvetin yaptığı iş

$W = F \cdot \Delta h$

matematiksel modeli ile bulunur.



Şekil 2.9: *Net kuvvetin etkisinde hareket eden cisim*

Sabit büyüklükteki F_1 ve F_2 kuvvetlerinin bileşkesi (net kuvvet) etkisinde ($\vec{F}_1 > \vec{F}_2$) Δx büyüklüğünde yer değiştiren cisim (Şekil 2.9) üzerinde yapılan net iş

$W_{net} = (F_1 - F_2) \cdot \Delta x$

matematiksel modeli ile bulunur.

Örnek

Kuvvet (N)	Yer Değiştirme (m)
0	0
10	2
20	4
30	6
40	8
50	10

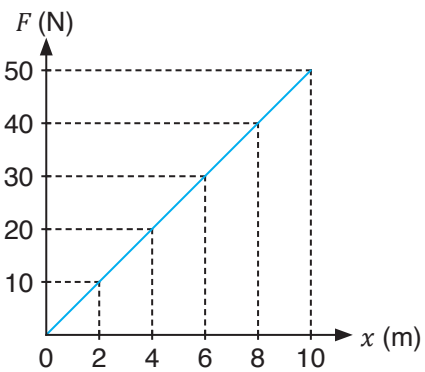
Bir inşaat teknisyeni yerde duran bir koliye uyguladığı kuvvetin büyüklüğünü 0'dan 50 N'a kadar artırarak kolinin yatayda 10 m yer değiştirmesini sağlamıştır. Yandaki tabloda inşaat teknisyeninin koliye yatay olarak uyguladığı kuvvet ve kolinin yer değiştirme büyüklükleri verilmiştir.

Buna göre tablodaki değerlerden yararlanarak koliye ait *F-x* grafiğini çiziniz ve kuvvetin yaptığı işi hesaplayınız.

(Sürtünmeler ihmal edilmiştir.)

Çözüm

Koliye ait *F-x* grafiği aşağıdaki gibi olur.



Grafikteki gibi kuvvetin sabit olmadığı durumlarda ortalama kuvvet bulunarak iş hesabı yapılır. Buna göre ortalama kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri kullanılarak yapılan iş

$W = F_{ort} \cdot \Delta x$ matematiksel modeli ile hesaplanır.

10 m sonunda kuvvetin yaptığı iş

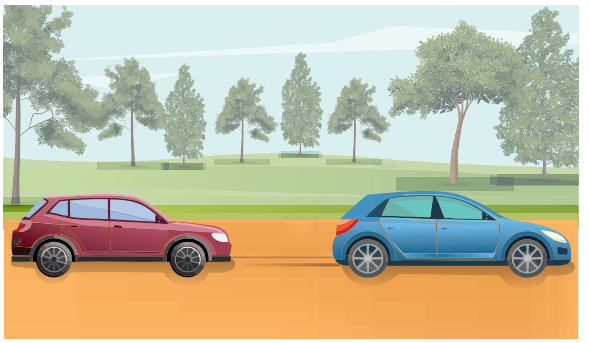
$\frac{(0 + 50)}{2} \cdot 10 = 250$ J olur.

F-x grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan yardımıyla da kuvvetin yaptığı iş bulunabilir.

Buna göre

$\frac{F \cdot x}{2} = \frac{50 \cdot 10}{2} = 250$ J bulunur.

Örnek

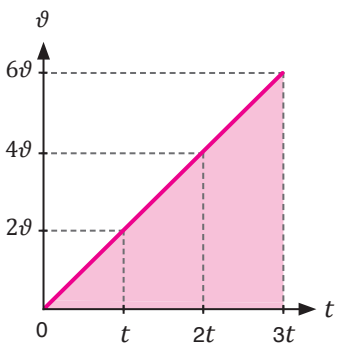


Yolda kalmış bir araba, başka bir arabaya görseldeki gibi halat yardımıyla bağlanarak yatay zemine paralel şekilde sabit $\vec{F}$ kuvveti ile çekilmektedir. Çekilen arabanın zamana bağlı olarak değişen hız büyüklükleri tabloda verilmiştir.

Zaman	0	t	$2t$	$3t$
Hız	0	2ϑ	4ϑ	6ϑ

Buna göre arabanın F-x grafiğini çiziniz. Grafikten faydalanarak araba üzerinde yapılan işin matematiksel modelini yazınız ve yapılan toplam işi hesaplayınız. *(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)*

Çözüm



Arabanın F-x grafiğinin çizilmesi için önce ϑ-t grafiği çizilerek arabanın yapmış olduğu yer değiştirmeler bulunur.

Arabanın hareketine ait ϑ-t grafiği tabloda verilen değerlerden hareketle yandaki gibi çizilir. Arabanın yer değiştirmesinin büyüklüğü $\Delta x = \vartheta_{ort} \cdot t$ matematiksel modeli bulunur.

(0-t) zaman aralığı için yer değiştirme büyüklüğü Δx kabul edilirse

$$\Delta x_1 = \vartheta_{ort} \cdot t = \frac{(2\vartheta + 0)}{2} \cdot t = \Delta x,$$

(t-$2t$) zaman aralığı için

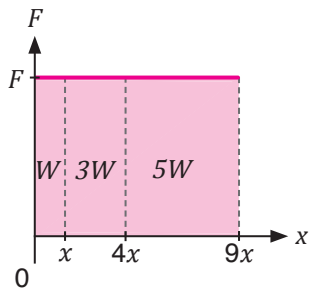
$$\Delta x_2 = \frac{(4\vartheta + 2\vartheta)}{2} \cdot t = 3 \cdot \vartheta \cdot t = 3\Delta x,$$

(2t-3t) zaman aralığı için

$$\Delta x_3 = \frac{(6\vartheta + 4\vartheta)}{2} \cdot t = 5 \cdot \vartheta \cdot t = 5\Delta x \text{ bulunur.}$$

Bulunan bu değerler ile aşağıdaki tablo oluşturulur:

Zaman Aralığı	0-t	t-$2t$	$2t$-$3t$
Yer Değiştirme	Δx	$3\Delta x$	$5\Delta x$



Tablodaki veriler kullanılarak çizilen F-x grafiği yandaki gibi olur.

F-x grafiğinden yararlanılarak yapılan işin büyüklüğü

$W_1 = F \cdot x = W$ kabul edilirse

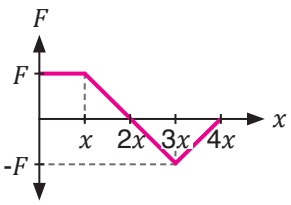
$W_2 = F \cdot 3x = 3W$ ve

$W_3 = F \cdot 5x = 5W$ olarak hesaplanır. Toplam işin büyüklüğü

$W_T = W_1 + W_2 + W_3 = 9W$ bulunur.

F-x grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan yardımıyla da yapılan toplam iş bulunabilir. Bu durumda grafikten $Alan = F \cdot 9x = 9W$ hesaplanır.

2.1. Soru



Bir cisme uygulanan kuvvetin cismin yaptığı yer değiştirmeye bağlı grafiği şekilde verilmiştir.

Buna göre

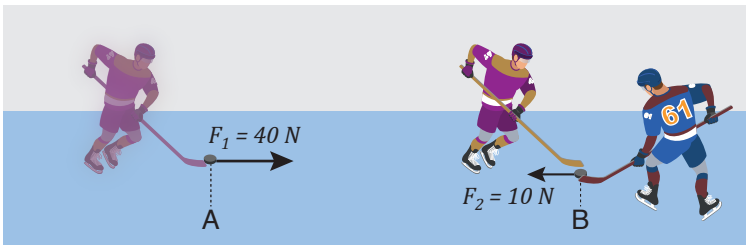
a) Cismin hareketini grafikten yararlanarak yorumlayınız.

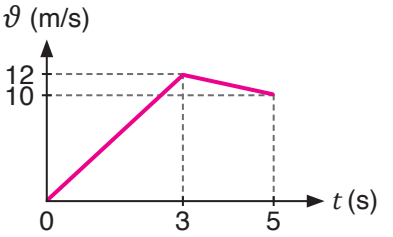
b) $4x$ yolun sonunda cisim üzerinde yapılan net işin kaç $F \cdot x$ olduğunu hesaplayınız.

Cevap

Örnek

Bir buz hokeyi oyuncusu şekildeki diski (hokey topu) yatay zemine paralel ve büyüklüğü 40 N olan sabit F_1 kuvvetiyle A noktasından B noktasına 3 s'de sürüklemektedir. Rakip oyuncu ise F_1 kuvvetine zıt yönde ve büyüklüğü 10 N olan F_2 kuvvetini 2 s boyunca diske uygulamaktadır. Sürtünmeler ihmal edilerek çizilen diskin hareketine ait ϑ-t grafiği şekildeki gibidir.





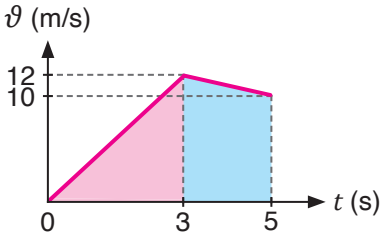
Buna göre

a) Disk 5 s sonra A noktasından kaç m uzakta olur?

b) Diske ait F-x grafiğini çiziniz. Grafiği analiz ederek yol sonunda disk üzerinde yapılan iş hakkında genelleme yapınız.

Çözüm

a)



$\Delta x = \vartheta_{ort} \cdot \Delta t$ matematiksel modeli ve grafikten yararlanılarak diskin yer değiştirme büyüklükleri zaman aralıkları için hesaplanır. Buna göre

(0-3) s arasındaki yer değiştirme için

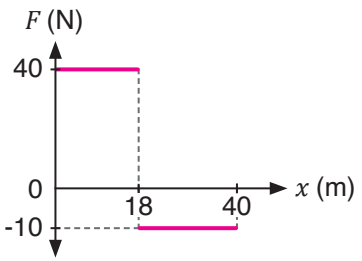
$\Delta x_1 = \dfrac{(12+0)}{2} \cdot 3 = 18$ m,

(3-5) s arasındaki yer değiştirme için

$\Delta x_2 = \dfrac{(12+10)}{2} \cdot 2 = 22$ m bulunur.

Disk 5 s sonra A'dan 22 m + 18 m = 40 m uzakta olur. Diskin yer değiştirmesi, ϑ-t grafiğinin yatay eksen ile arasında kalan alan hesaplanarak da bulunabilir.

b)



Diske ait F-x grafiği şekildeki gibi çizilir. 40 N büyüklüğündeki kuvvet diskin 18 m yer değiştirmesini sağlayarak disk üzerinde pozitif iş yapar. Buna göre

$W_1 = F \cdot \Delta x = 40 \cdot 18 = 720$ J bulunur.

10 N büyüklüğündeki kuvvet, diskin hareket yönüne zıt yönde uygulandığından diski yavaşlatarak negatif iş yapar. Buna göre

$W_2 = -10 \cdot 22 = -220$ J bulunur. Disk üzerinde yapılan net iş

$W_{net} = 720 - 220 = 500$ J olarak hesaplanır.

Sonucun pozitif olması, diskin üzerinde pozitif iş yapıldığını böylece diske enerji aktarıldığını ve diskin ilk durumuna göre enerjisinin arttığını gösterir. Yapılan net iş F-x grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alanların hesaplanmasıyla da bulunabilir.

2.2. Soru

Uzay araştırmalarında kullanılan bir roket, üzerine etki eden net kuvvetin (F) etkisiyle uzay boşluğuna doğru hareket eder. Roket, uzay boşluğunda t süre yol aldıktan sonra roketin motorları kapatılır ve roketin üzerine herhangi bir dış kuvvet etki etmez. Bu andan itibaren roket, yatay doğrultuda sabit bir hızla hareket etmeye devam eder.

Roketin hareketi $3t$ süre boyunca incelendiğine göre

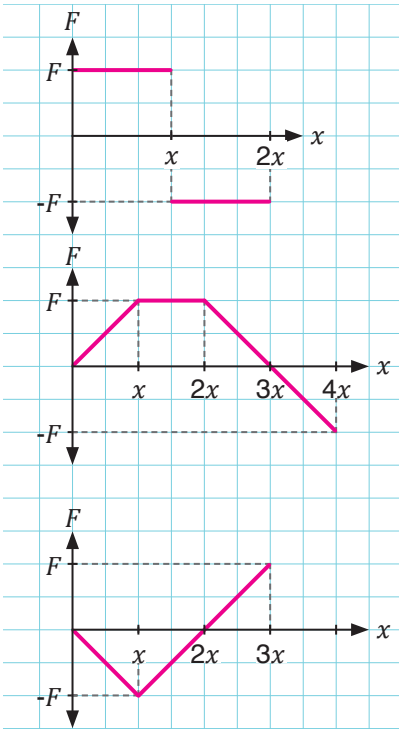
a) F-x grafiğini çiziniz.

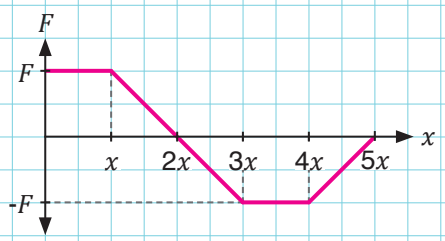
b) ϑ-t grafiğini çizerek hareketi yorumlayınız. *(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)*

Cevap

2.3. Soru

Aşağıda verilen F-x grafiklerini analiz ederek grafiklerin yanında verilen alanlara iş kavramına ilişkin hikâye oluşturun.

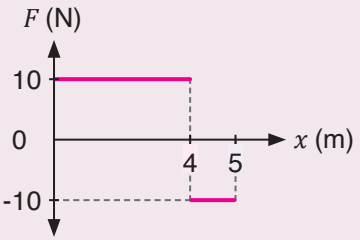




Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız. *(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)*

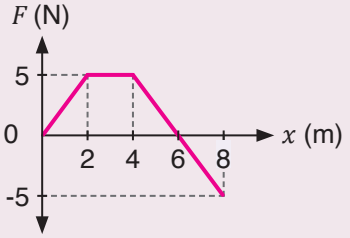
1.



Yüksek bir noktadan yuvarlanan bir cisim büyüklüğü 10 N olan net kuvvetin etkisiyle hızlanmaktadır. Cisim 4 m yer değiştirdikten sonra bir kişi tarafından fark edilmiştir. Cisim hareketine zıt yönde ve 1 m boyunca uygulanan 10 N büyüklüğündeki kuvvet ile yavaşlatılmaktadır.

Buna göre 5 m'lik yolun sonunda cisim üzerinde yapılan net işi grafikten yararlanarak bulunuz.

2.



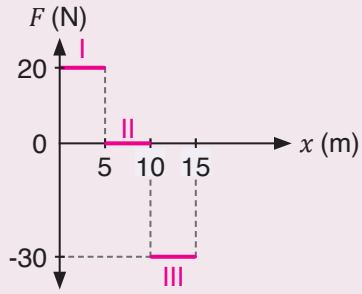
Sürtünmesi önemsenmeyen yatay bir düzlemde ilk hızı 4 m/s olan 2 kg kütleli cismin F-x grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre

a) 8 m'lik yer değiştirme sonunda cisim üzerinde $\vec{F}$ kuvvetinin yaptığı net iş kaç J olur?

b) Hareket boyunca 2 m'lik aralıklarla cisim üzerinde yapılan işi ve cismin hızındaki değişimi yorumlayınız.

3.



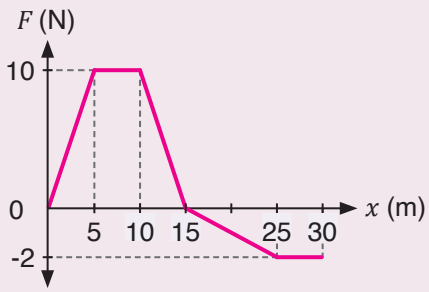
Grafikteki I, II ve III. bölgeler bir teknenin üç ayrı kuvvet etkisindeki yer değiştirmesini göstermektedir. Bu teknenin hareketi süresince hareket doğrultusu ile aynı doğrultuda uygulanan kuvvetin yer değiştirmeye bağlı grafiği yandaki gibidir.

Tekne sahile yanaşıp durduğuna göre her 5 m yer değiştirme aralığı için

a) Grafikten yararlanarak teknenin hareketini hızı ile ilişkilendirerek yorumlayınız.

b) Tekneye uygulanan kuvvetlerin tekne üzerinde yaptığı işleri hesaplayarak karşılaştırınız.

4.



Tekerlekli bir valize 30 m boyunca yatay doğrultuda uygulanan kuvvetin yola bağlı değişim grafiği yandaki şekilde verilmiştir.

Buna göre valiz üzerinde yapılan işin sıfır olabilmesi için valizin hareketine zıt yönde uygulanan sabit büyüklükteki 2 N'lık kuvvet kaç m daha uygulanmalıdır?

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

5. İki kişilik bir uçağa havadaki hareketi boyunca sabit 3000 N büyüklüğünde net kuvvet etki etmektedir.

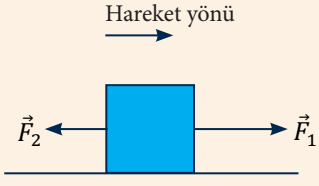
Uçağın bu kuvvet etkisindeki yer değiştirmesi 20 km olduğuna göre

a) Uçağın bu yerdeğiştirme sırasındaki *F-x* grafiğini çiziniz.

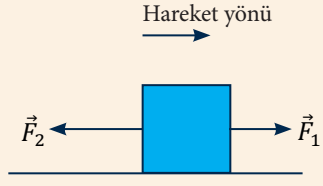
b) Bu yer değiştirme sırasında uçak üzerinde yapılan iş kaç J olur?

Kontrol Noktası

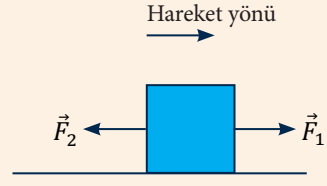
Yapılan iş ile kuvvet arasındaki ilişki aşağıda verilmiştir:



Cisme etki eden net kuvvet cismin hareket yönünde ise net iş pozitif olur ve cisim hızlanır ($F_1 > F_2$).

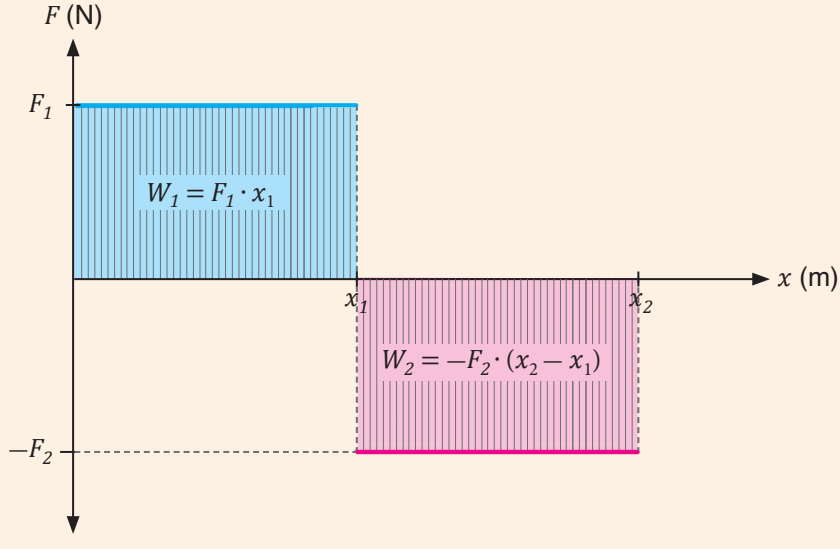


Cisme etki eden net kuvvet cismin hareket yönüne ters ise net iş negatif olur ve cisim yavaşlar ($F_2 > F_1$).



Cisme etki eden net kuvvet sıfır ise cisim iş yapmaz ve cismin hızı değişmez ($F_1 = F_2$).

Cisme uygulanan kuvvet, cismin yaptığı yer değiştirme ve iş arasındaki ilişki $W = F_{net} \cdot \Delta x$ matematiksel modeli ile hesaplanır. Bu model yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi F-x grafiğinde grafiğin yatay eksen ile arasında kalan alan yardımıyla da bulunabilir. Yapılan işin pozitif olması durumunda F-x grafiği x ekseninin üstünde, negatif olması durumunda x ekseninin altında yer alır.



Cisim üzerinde yapılan net iş $W_{net} = W_1 - W_2$ ile hesaplanır.

B) İş, Enerji ve Güç Kavramları Arasındaki İlişki

1963'ten beri her yıl Türkiye'nin farklı şehirlerinde düzenlenen Cumhurbaşkanlığı Türkiye Bisiklet Turu, yüzlerce yerli ve yabancı sporcunun dayanıklılığını test eden bir mücadeledir (Görsel 2.1). Bu mücadele, bir yandan bisiklet sporuna olan ilgiyi artırırken diğer yandan da Türkiye'nin doğal güzelliklerinin, tarihî ve turistik mekânlarının tanıtılmasını sağlar. Bisikletçiler, yarış boyunca kas enerjilerini kullanarak pedallara kuvvet uygular. Pedallara uygulanan kuvvet bisikletin ivmeli hareket yapmasını ve durgun hâlden harekete başlayan sporcuların bitiş çizgisine ulaşmasını sağlar. Bu durumda bisikletçiler durgun hâlden başlayarak bitiş çizgisine doğru ilerler ve pedal çevirerek belirli bir mesafe kateder.

Görsel 2.1: *59. Cumhurbaşkanlığı Türkiye Bisiklet Turu'ndan bir görüntü*

Parkuru tamamlayabilen sporcuların yaptıkları işler hakkında neler söylenebilir?

Sporcuların pedala uyguladıkları kuvvetleri, turun bitiş çizgisine ilk ve son gelme durumlarına göre karşılaştırınız.

Bisiklete uygulanan net kuvvetin sıfır olması durumunda bisiklette enerji değişimi nasıldır?

2.2. Etkinlik

Adı	İŞ, ENERJİ VE GÜÇ
Amaç	İş, enerji ve güç kavramlarına ilişkin çıkarım yapabilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Etkinlik başlangıcında aşağıdaki tablosunun "Ne Biliyorum?" ve "Ne Bilmek İstiyorum?" sütunlarını doldurunuz. Sonrasında işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda tabloyu tamamlayarak "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

	Ne Biliyorum? İş, enerji ve güç ile ilgili mevcut bilgi veya tahminleriniz	**Ne Bilmek İstiyorum?** İş, enerji ve güç kavramları arasındaki ilişki ile ilgili öğrenmek istedikleriniz	**Ne Öğrendim?** Etkinlik sonunda öğrendikleriniz
İş			
Enerji			
Güç			

1. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Karşınıza çıkan animasyonu inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Vinçlerin kütleleri taşıma süresi bitinceye kadar yaptığı işleri karşılaştırınız.

b) Vinçlerin yüksek yere çıkardığı kütlelerin kazandığı enerji ve bulunduğu konum niceliklerinden hangileri eşittir? Açıklayınız.

c) Vinçlerin aynı anda çalıştırıldığı bilinmektedir. Buna rağmen vinçlerin kütleleri farklı zamanlarda aynı yüksekliğe çıkarması fizik bilimine ait hangi kavramla açıklanabilir?

ç) Verdiğiniz cevaplardan yararlanarak iş, enerji ve güç kavramlarının bağlı olduğu değişkenleri belirleyerek yazınız.

2. İş, güç ve enerji kavramlarının tanımlarına ve bu kavramların birbirleri ile ilişkisine yönelik aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Etkinlikte yapmış olduğunuz tahminlerdeki eksikliklerinizi gözden geçiriniz.

Kavram	Tanımı	Diğer Kavramlarla İlişkisi	Birimi
İş			
Enerji			
Güç			

Değerlendirme

1. Kerem ile İrem merdiven çıkma yarışı yapmak için anlaşmıştır. Kütleleri aynı olan iki arkadaşın yaptığı merdiven çıkma yarışını en üst basamağa ulaşarak ilk tamamlayan Kerem olmuştur.

Buna göre

a) Eşit kütlelere sahip olmalarına rağmen yarışı kazanan kişinin Kerem olmasının sebepleri neler olabilir?

b) Yarış sonunda Kerem ile İrem'in yaptıkları işleri karşılaştırınız.

c) Kerem ile İrem'in birim zamanda yaptıkları işleri karşılaştırınız.

ç) Yapılan işin aynı fakat birim zamanda yapılan işin farklı olmasının fizik bilimine ait hangi kavrama karşılık geldiğini yazınız.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin			**Tarih :**
Adı Soyadı	**:**		
Numarası	**:**		
Sınıfı	**:**		

Bu form etkinlik süreci sonunda kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneği "X" ile işaretleyiniz. Nadiren ve hiçbir zaman derecelerine ait işaretlemeleriniz için etkinlikteki öğrenme eksikliklerinizi gideriniz.

Davranışlar	Dereceler				
	Her Zaman (5)	Sık Sık (4)	Bazen (3)	Nadiren (2)	Hiçbir Zaman (1)
1. Etkinlik adımlarını sırayla uyguladım.					
2. İş ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi etkileyen faktörleri öğrendim.					
3. İş, enerji ve güç kavramlarını ilişkilendirebildim.					
4. İş, enerji ve güç kavramları ile ilgili çıkarım yapabildim.					
5. Etkinliği zamanında tamamlayabildim.					
6. Konunun günlük hayattaki kullanımını öğrendim.					
7. Etkinlikte öğrendiklerimi günlük hayata aktarabilirim.					
TOPLAM PUAN					

Etkinliği tekrar yapma şansım olsaydı değiştireceğim noktalar neler olurdu?

.....

.....

.....

Etkinliğin beni en çok etkileyen yönleri neler oldu?

.....

.....

Etkinlikte en çok zorlandığım kısımlar neler oldu?

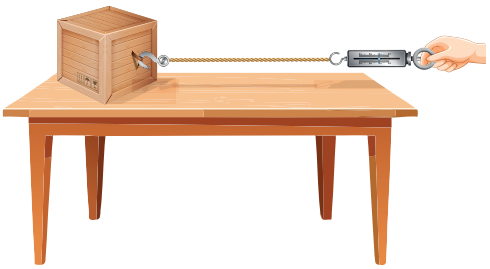
.....

.....

2.1. Deney

Adı	İŞ, ENERJİ VE GÜÇ ARASINDAKİ İLİŞKİ
Amaç	İş, enerji ve güç kavramları arasındaki ilişkiyi gözlemleyebilme ve bu ilişkiye yönelik bir önermede bulunarak önermeyi matematiksel olarak modelleyebilme
Süre	40 dk.
Araç Gereç	Sabit makara, 2 m uzunluğunda ip, 0,5 kg ve 1kg'lık kütleler, dinamometre, kronometre, cetvel, kâğıt, kalem, destek çubuğu
Yönerge	Aşağıdaki deney adımlarını sırasıyla uygulayınız. Deney sonunda çalışmalarınız öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Deneyin Yapılışı



Şekil 1

1. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.
2. Şekil 1'deki gibi ipi 0,5 kg'lık kütleye bağlayıp kütlenin diğer ucuna dinamometreyi takınız.
3. Kütleyi masanın üzerinde ip masaya olabildiğince yatay kalacak şekilde dinamometre ile 1 m çekiniz.
4. Geçen süreyi ve dinamometrenin gösterdiği değeri Tablo 1'e yazınız. 1 kg'lık kütle için deneyi tekrarlayınız.
5. Gruptaki iki arkadaşınızdan 4. adımdaki işlemi farklı hızlarla tekrarlamasını isteyiniz. Dinamometrenin gösterdiği değeri ve kütlenin hareketi boyunca geçen süreyi Tablo 1'e yazınız. (Süreyi kronometre ile ölçünüz.)

Tablo 1

	0,5 kg		1 kg	
Ölçümler	**Dinamometre**	**Süre**	**Dinamometre**	**Süre**
1. Ölçüm				
2. Ölçüm				
3. Ölçüm				

Şekil 2

6. Destek çubuğunun bir kısmını dışarıda bırakıp Şekil 2'deki gibi masanın üzerine yerleştirerek tutunuz. Çubuğun dışarıda kalan kısmına makarayı kancasından şekildeki gibi asınız.
7. İpi makaranın oluğuna düzgün bir şekilde yerleştiriniz. İpin bir ucuna dinamometreyi, diğer ucuna da 0,5 kg'lık kütleyi asarak kütlenin zeminde kalmasını sağlayınız.
8. Masa ile zemin arasındaki yüksekliği cetvelle ölçerek aşağıdaki ilgili yere yazınız.

   Masanın yerden yüksekliği: _____ cm
9. Dinamometreyi Şekil 2'deki gibi aşağı doğru çekerek cismin yerden makara seviyesine kadar gelmesini sağlayınız. Kütlenin hareketi boyunca geçen süreyi (kronometre ile ölçerek) ve dinamometrenin gösterdiği değeri Tablo 2'deki 1. ölçüm satırında ilgili alana yazınız.

10. Gruptaki iki arkadaşınızdan 9. basamaktaki işlemi farklı hızlarla tekrarlamasını isteyiniz. Dinamometrenin gösterdiği değerleri ve geçen süreleri Tablo 2'ye yazınız.

11. Aynı işlemleri 1 kg kütleli cisim ile tekrarlayarak Tablo 2'yi doldurunuz.

Tablo 2

	0,5 kg		**1 kg**	
Ölçümler	**Dinamometre**	**Süre**	**Dinamometre**	**Süre**
1. Ölçüm				
2. Ölçüm				
3. Ölçüm				

12. 1 kg'lık kütle için yapılan işi ve cismin kazandığı enerjiyi $m \cdot g \cdot h$ matematiksel modeli ile hesaplayınız ve elde ettiğiniz sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız. ($g = 10\ m/s^2$ alınız.)

	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar
Yapılan İş (J)			
Cismin Kazandığı Enerji (J)			

13. İş ve güç kavramları arasındaki ilişkiden yararlanarak güç kavramının matematiksel modelini yazınız.

14. Cisimlerin kazandığı enerji ile cisimler üzerinde yapılan işler arasındaki ilişkiyi değerlendiriniz.

Sorular

1. Deney sonuçlarından yararlanarak aşağıdaki genellemelerde boş bırakılan yerleri verilen uygun kelimeler ile doldurunuz.

kuvvet **ters** **doğru** **enerji** **iş**

a) Yapılan iş, ... ve yer değiştirme değişmedikçe aynı kalır.

b) Güç; yapılan iş ile ....., işin yapılma süresi ile ..... orantılıdır.

2. Bir cisim üzerinde yapılan işlerin aynı fakat yapılma sürelerinin farklı olması neyi ifade eder?

3. Bahçe düzenleme, inşaat işleri, taşımacılık gibi günlük hayat örnekleri üzerinden iş, enerji ve güç kavramlarına ilişkin çıkarımlarınızı poster hâline getirerek bülten panosunda sergileyiniz.

Deney performansınız, öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Bir cisme hareket doğrultusunda bir kuvvet uygulandığında cismin hareket etmesi ile iş yapılır. Böylece cismin enerjisinde değişim meydana getirilir. Pozitif iş cismin kazandığı enerjiyi, negatif iş ise cismin kaybettiği enerjiyi ifade eder. Örneğin bir inşaat vinci ucuna bağlanan kütleyi belirli bir yüksekliğe çıkarmak için enerji harcadığında kütle iş yapabilme yeteneği kazanır. Bu sayede vinçten ayrılan kütle hızlanarak yere düşmeye başlar ve iş yapılmış olur. Fizik biliminde kullanılan iş ve enerji kavramları ile ilişkili önemli kavramlardan biri de güçtür. Günlük hayatta güç, kuvvet ve enerji kavramları birbirinin yerine kullanılmasına rağmen bu kavramların fizik bilimindeki anlamları birbirinden farklıdır.

İş-Kinetik Enerji Teoremi

Cisim üzerine etki eden net kuvvetin yaptığı iş, cismin enerji değişimine eşittir.

Net kuvvetin yaptığı iş $W_{NET} = \Delta E = E_{Son} - E_{İlk}$ *matematiksel modeli ile ifade edilir.*

Güç, bir işin ne kadar kısa sürede yapıldığının bir ölçüsüdür. Otomobillerde motorun ürettiği güç, aracın ne kadar hızlı hızlanabileceğini ve ulaşabileceği maksimum hızı belirler. Motor, yakıtı (benzin, dizel veya elektrik) enerjiye dönüştürür ve bu enerji, aracın hareket etmesini sağlar. Güçlü motora sahip bir otomobil birim zamanda daha fazla iş yapabilir ve bu durumda daha kısa sürede daha fazla mesafe katedebilir.

James Watt

1736 İskoçya doğumlu bir mucit ve mühendis olan James Watt, buhar makinelerinin geliştirilmesi üzerine çalışmıştır. Üretilen buhar makinelerinin sahip olduğu gücün alıcılar tarafından anlaşılması amacıyla beygir gücü (BG) birimini kullanmıştır. Bir atın 75 kg'lık yükü 1 s'de yaklaşık 1 m taşıdığını hesaplamıştır. Buna göre 1 BG = 746 W'a karşılık gelmektedir.

Güç, birim zamanda yapılan iş miktarı ya da aktarılan enerjidir. Başka bir ifade ile güç, iş yapma hızı olarak tanımlanabilir. Buradan

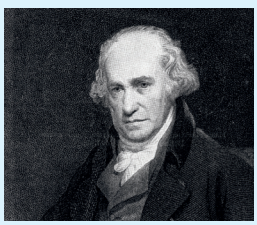
$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Geçen zaman}} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$ şeklinde yazılır.

Skaler nicelik olan güç P sembolü ile gösterilir ve

$$P = \frac{W}{t}$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

SI birim sisteminde iş ya da enerji birimi J, zaman birimi s olduğundan güç birimi J/s = watt olarak kullanılır. Birimin isimlendirilmesi James Watt'a (Ceymis Vat) ithafen yapılmıştır. Günlük hayatta kullanılan elektrikli cihazların gücü watt (W) ya da kilovat (kW) ile ifade edilir (1000 W = 1 kW). Elektrik faturalarındaki harcanan elektrik enerjisi miktarı da kilovatsaat (kWh) cinsinden belirtilir.



James Watt (Temsili)

Örnek

(Y.1) VERİLDİĞİ İL/İLÇE **KOCAELİ**		
(A) PLAKA **.....**	(B) İLK TESCİL TARİHİ **22-02-2023**	
(Y.2) TESCİL SIRA NO **02222288833369**	(1) TESCİL TARİHİ **22-02-2023**	
(D.1) MARKASI **.....**	(D.2) TİPİ **UB**	
(D.3) TİCARİ ADI **.....**	(D.4) MODEL YILI **2023**	(J) ARA, SINIFI **M1**
(D.5) CİNSİ OTOMOBİL (Çok amaçlı)	(R) RENGİ **BEYAZ**	
(P.5) MOTOR NO **G4LRTY846217**		
(E) ŞASE NO **TYJP257ML3278541**		
(G.1) NET AĞIRLIĞI **1152** **kg**	(F.1) AZAMİ YÜKLÜ AĞIRLIĞI **1652** **kg**	
(G) KATAR AĞIRLIĞI **.....** **kg**	(G.2) RÖMORK AZAMİ YÜKLÜ AĞIRLIĞI **.....** **kg**	
(S.1) KOLTUK SAYISI (Sür.dahil) **5**	(S.2) AYAKTA YOLCU SAYISI **0**	
(P.1) SİLİNDİR HACMİ **1298** **cm^3**	(P.2) MOTOR GÜCÜ **62,5** **kW**	
(P.3) YAKIT CİNSİ **BENZİNLİ**	(Q) GÜÇ AĞIRLIK ORANI (Motosiklet) **0** **kW/kg**	
(Y.3) KULLANIM AMACI **Yolcu Nakli - HUSUSİ**	(K) TİP ONAY NO **235968742321489203**	

Aracın performansı üzerinde duran sürücüler için iki kavram önemlidir: tork ve beygir gücü. Bunlar birbirini tamamlayan farklı kavramlardır. Araçlarda tork, çekiş gücünü ifade eder ve devir göstergesiyle kontrol edilir. Beygir gücü sürat göstergesiyle kontrol edilir. Motorların gücü geçmişte beygir gücü ile hesaplanırken günümüzde kW cinsinden hesaplanmaktadır.

Yandaki araç ruhsatında motor gücü bilgisi 62,5 kW olarak verilmiştir.

Buna göre motorun 1 s'de harcadığı enerji kaç J olur?

Çözüm

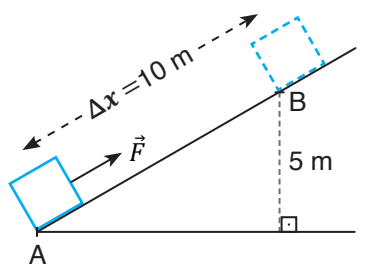
Güç $P = \frac{W}{t}$ matematiksel modelinden hesaplanır. Burada W, enerji veya yapılan iş; t ise geçen zamandır.

Buna göre

$W = P \cdot t = 62{,}5 \cdot 1000 \cdot 1$

$W = 62.500$ J olur.

Örnek

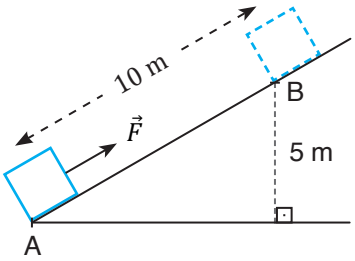


Kaan, m kütleli bir yükü 5 m yükseklikteki bir noktaya taşımak istemektedir. Bu işi kolaylıkla yapabilmek için bir kalas kullanarak eğik düzlem oluşturur. Kaan yükü A noktasından B noktasına eğik düzleme paralel bir F büyüklüğünde kuvvet uygulayarak 1 dakikada getirir. Kaan bu işi yaparken 120 W güç harcamaktadır.

A ve B noktası arasındaki mesafe 10 m olduğuna göre Kaan'ın cisme uyguladığı kuvvetin büyüklüğü kaç N olur?

(Düzlemin sürtünmesi ihmal edilmiştir.)

Çözüm



$P = \frac{W}{t}$ matematiksel modelinde soruda verilen güç ve zaman değerleri yerine yazılır. t = 1 dk. = 60 s olduğundan

$120 = \frac{W}{60}$ olur. Bu durumda Kaan'ın yaptığı iş W = 7200 J bulunur.

$W = F \cdot \Delta x$ matematiksel modelinde hesaplanan iş ve eğik düzlemin uzunluk değerleri yerine yazıldığında Kaan'ın cisme uyguladığı kuvvetin büyüklüğü

$7200 = F \cdot 10$

F = 720 N bulunur.

2.4. Soru

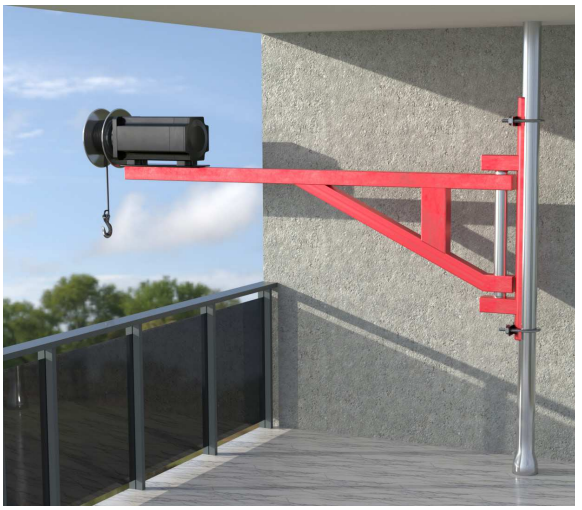
Yapı marketlerde insan gücüyle taşınması zor olan ağır yüklerin üst raflara kaldırılması ya da üst raflardan indirilmesi için çatal kaldıraç (fork-lift) adlı araçlar kullanılır.

Buna göre 5 tonluk bir yükü 3 m yüksekliğe 20 s'de kaldırabilen bir çatal kaldıracın gücü kaç kW olur?

(Sürtünmeleri ihmal ediniz ve g = 10 m/s^2 alınız.)

Cevap

2.5. Soru



Remzi Bey, balkonuna yerleştirdiği bir motorlu taşıma sistemi sayesinde eşyalarını evine kolaylıkla taşımaktadır. Bunun için gücü 80 W olan bir motor kullanmaktadır. 10 kg kütleli yükünü zeminden (A noktası) evinin balkonuna (B noktası) şekildeki düzenek yardımıyla sabit hızda çıkarmaktadır.

Eşyalar A noktasından B noktasına 10 s'de çıkarıldığına göre AB arasındaki yükseklik kaç m olur?

(g = 10 m/s^2 alınız. Sürtünmeyi ihmal ediniz.)

Cevap

Örnek

Arda, masasının üzerinde duran 2 kg kütleli bir koliyi yatay doğrultuda büyüklüğü 14 N olan kuvvet ile itmektedir. Koliye hareketi boyunca yatay doğrultuda 6 N büyüklüğünde sürtünme kuvveti etki etmektedir.

Koli 2 m yer değiştirdiğine göre

a) Arda'nın uyguladığı 14 N'lık kuvvetin yaptığı iş kaç J olur?

b) Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş kaç J olur?

c) Net kuvvetin yaptığı iş kaç J olur?

ç) Kolinin daha kısa sürede yer değiştirmesi için neler yapılabilir?

Çözüm

a) 14 N'lık kuvvetin 2 m boyunca yaptığı iş

$W_F = F \cdot \Delta x$

$W_F = 14 \cdot 2 = 28$ J bulunur.

b) 6 N'lık sürtünme kuvvetinin yaptığı iş

$W_s = -F_s \cdot \Delta x$

$W_s = -6 \cdot 2 = -12$ J bulunur.

c) Cisme etki eden net kuvvetin yaptığı iş

$W_{net} = F_{net} \cdot \Delta x$

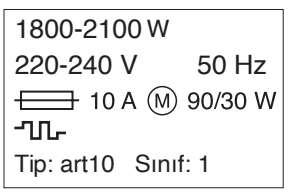
$W_{net} = (14 - 6) \cdot 2 = 16$ J bulunur.

ç) Koliye uygulanan net kuvvetin dolayısıyla koli üzerinde yapılan işin artması gerekir.

Bilinçli bir tüketici olarak enerjiyi israf etmeden kullanmak aile bütçesine, ülke ekonomisine ve çevrenin korunmasına katkı sağlar. Bilinçli tüketici olmak satın alınacak ürünlerde isteklere değil ihtiyaçlara öncelik vermeyi, fiyat araştırması yapmayı, aynı nitelikteki ürünler arasından sürdürülebilirliğe katkısı olan yerli ürünleri tercih etmeyi, ürünle ilgili sorun yaşandığında başvurulabilecek mercileri bilmeyi ve ilgili kurumlara müracaat etmeyi gerektirir. Elektrikli aletlerin enerji etiketlerine dikkat etmek, evlerin ısı yalıtımını yaptırmak, aydınlatma için verimli LED [light emitting diode/layt emiting dayod (ışık yayan diyot)] lambalar kullanmak enerji israfına karşı alınabilecek tedbirlerdendir.

Bir elektrikli cihazın tükettiği elektrik miktarını kWh cinsinden hesaplayarak bu cihazın harcadığı enerjinin elektrik faturasına ne kadarlık bir bedel yansıttığı bulunabilir. Bunun için üç faktörü göz önünde bulundurmak gerekir: tüketimi hesaplanmak istenen cihazın W cinsinden güç kapasitesi, cihazın günlük kullanım süresi ve elektriğin 1 kWh'lik birim fiyatı.

Elektrikli aletlerin harcadığı güç miktarları, cihazların iç ya da dış yüzeylerindeki etiketlerde belirtilir. Görsel 2.2, bir bulaşık makinesinin kapağının iç kısmına yapıştırılan etikette makinenin 1800-2100 W güç aralığında çalıştığını göstermektedir. Bu bulaşık makinesinin 2100 W güç harcadığı düşünülürse cihazın bir ayda harcadığı elektrik enerjisinin fatura bedeli şu şekilde hesaplanır:



Görsel 2.2: *Bulaşık makinesine ait güç etiketi*

Bulaşık makinesi günde ortalama 1 saat çalışırsa 30 günde 30 saat çalışmış olur. Makinenin 1 saatte harcadığı güç 2100 W (2,1 kW) olur.

$P = \frac{W}{t}$ matematiksel modelinden makinenin bir ayda tükettiği enerji miktarı

$W = P \cdot t = 2{,}1 \cdot 30 = 63$ kWh bulunur.

Harcanan 1 kWh enerji ortalama 1,5 TL ise bulaşık makinesinin bir ayda harcadığı elektrik enerjisinin bedeli 1,5 · 63 = 94,5 TL olur.

Örnek

Sibel ve Birsen, okulda güç etiketleri ile ilgili öğrendiklerinden sonra enerji sınıfları farklı ancak günlük kullanım süreleri aynı olan elektronik aletlerin elektrik faturasında oluşturduğu değişikliği hesaplamak isterler. Bunun için kendi evlerinde kullandıkları eşyaların güç etiketlerini okuyarak ve bir günlük kullanım sürelerini belirleyerek aşağıdaki tabloları hazırlarlar.

Sibel'in Evindeki A Sınıfı Aletler	Güç (Watt)	Bir Günlük Çalışma Süresi (saat)
Buzdolabı	500	24
Çamaşır makinesi	800	1
Bulaşık makinesi	840	1
Fırın	2500	0,5
Televizyon	380	4
2 adet LED lamba	7	5

Birsen'in Evindeki B Sınıfı Aletler	Güç (Watt)	Bir Günlük Çalışma Süresi (saat)
Buzdolabı	1700	24
Çamaşır makinesi	1000	1
Bulaşık makinesi	900	1
Fırın	3000	0,5
Televizyon	480	4
2 adet akkor ampul	60	5

Tablolara göre Sibel ve Birsen'in ailelerinin bir ayda harcadığı elektrik enerjisini hesaplayarak elektrik tüketim bedelleri arasındaki farkı değerlendiriniz.

(1 kWh elektriğin enerji bedelini 1,5 TL olarak alınız.)

Çözüm

Yapılan iş, enerji değişimine eşit olduğundan her bir elektrikli aracın bir günde harcadığı enerji $W = P \cdot t$ matematiksel modelinden bulunur. Bir aylık fatura hesabı için elektrikli araçların güç değerleri kW'a çevrilerek hesap yapılır.

Cihazlar	Sibel'in Ailesi İçin Bir Günde Harcanan Enerji (kWh)	Birsen'in Ailesi İçin Bir Günde Harcanan Enerji (kWh)
Buzdolabı	0,5 . 24 = 12	1,7 · 24 = 40,8
Çamaşır Makinesi	0,8 · 1 = 0,8	1 · 1 = 1
Bulaşık Makinesi	0,84 · 1 = 0,84	0,9 · 1 = 0,9
Fırın	2,5 · 0,5 = 1,25	3 · 0,5 = 1,5
Televizyon	0,38 · 4 = 1,52	0,48 · 4 = 1,92
Lambalar	2 · 0,007 · 5 = 0,07	2 · 0,06 · 5 = 0,6

Toplam Enerji	16,48 kWh	46,72 kWh
Bir Ay İçin Elektrik Tüketim Bedeli	16,48 · 30 · 1,5 = 741,6 TL	46,72 · 30 · 1,5 = 2102,4 TL

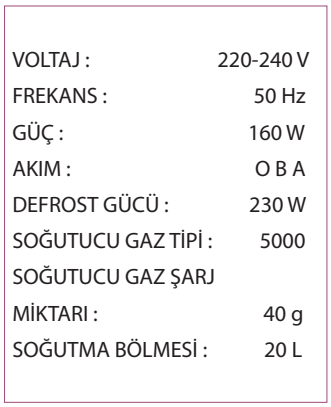
Sibel ve Birsen'in ailelerinin aylık elektrik fatura bedelleri arasındaki fark 2102,4 – 741,6 = 1360,8 TL'dir.

İki fatura arasındaki büyük fark, elektrikli aletlerin güç etiketlerinde yer alan enerji tüketim değerlerine dikkat edilerek alınmasının tasarruf açısından önemli olduğunu göstermektedir.

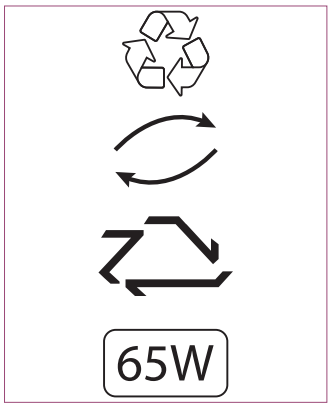
2.6. Soru

Aşağıdaki görseller bilgisayar, ütü ve buzdolabına ait güç etiketlerini göstermektedir.

Ütü



Buzdolabı



Bilgisayar

Buna göre

a) Günlük kullanım sürelerine göre cihazların bir ayda harcadığı enerjiyi (kWh cinsinden) ve enerji tüketim bedelini hesaplayarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

(1 kWh elektriğin enerji bedelini 1,5 TL olarak alınız.)

Cihazın Adı	Cihazın Gücü (kW)	Günlük Kullanım Süresi (h)	Cihazın Bir Ayda Harcadığı Enerji (kWh)	Cihazın Bir Aylık Enerji Tüketim Bedeli (TL)
Bilgisayar		8		
Ütü		3		
Buzdolabı		24		
TOPLAM				

b) Seçtiğiniz bir cihazın günlük kullanım süresi 1 saat azaltıldığında bir ayda sağlanacak tasarruf miktarı ne olur? Hesaplayınız.

c) Hesapladığınız enerji tüketim bedelini arkadaşlarınızın hesaplamaları ile karşılaştırınız. Farkların nedenlerini, enerji tüketimini azaltmanın yollarını ve bu azalmanın aile bütçesi ile ülke ekonomisine sunabileceği katkıları arkadaşlarınızla tartışarak cevaplarınızı yazınız.

Cevap

2.7. Soru

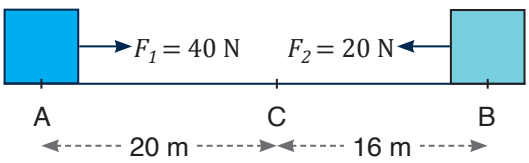
Bir ay boyunca her gün altı saat çalışan dizüstü ve masaüstü bilgisayarların elektrik faturası bedelleri sırasıyla 27 TL ve 54 TL'dir.

Buna göre bilgisayarların güç değerlerini W cinsinden hesaplayınız.

(1 kWh elektriğin enerji bedelini 1,5 TL olarak alınız.)

Cevap

2.8. Soru



Bir depoda çalışan Serkan ve Sabri şekildeki gibi özdeş kolileri yatay doğrultuda ve aynı anda uyguladıkları farklı büyüklükteki kuvvetlerle çekmektedir. Serkan A noktasındaki koliye büyüklüğü 40 N olan $\vec{F}_1$ kuvvetini uygulayarak kolinin 20 m yer değiştirmesini ve Sabri B noktasındaki koliye büyüklüğü 20 N olan $\vec{F}_2$ kuvvetini uygulayarak kolinin 16 m yer değiştirmesini sağlamıştır. Serkan ve Sabri C noktasında karşılaşmaktadır. *(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)*

Serkan C noktasına varana kadar 100 *W* güç kullandığına göre Sabri'nin kullandığı güç kaç *W* olur?

Cevap

Çalışma Yaprağı

Aşağıdaki soruların cevaplarını verilen alana yazınız. *(Soruları cevaplarken sürtünmeleri ihmal ediniz.)*

1. Bir su pompası 200 J enerji harcayarak 10 s'de suyu belirli bir yükseklikteki musluğa çıkarmaktadır.

Buna göre pompanın gücü kaç W olur?

2. Günde 5 saat çalışan bir iklimleme cihazı (klima), 30 günde bedeli 90 TL'ye karşılık gelen elektrik enerjisi tüketmektedir.

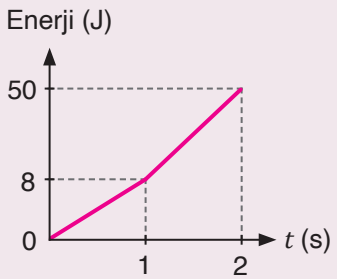
Elektrik enerjisinin 1 kWh'i 1,5 TL olduğuna göre iklimleme cihazının gücü kaç kW olur?

3. Bir AVM'de (alışveriş merkezi) yan yana iki asansör bulunmaktadır. Birinci asansör sadece AVM'nin içindeki katlar arasında hizmet vermekte olup 8 saniyede zemin kattan 3. kata çıkmaktadır. İkinci asansör ise AVM'nin üstündeki konutlara hizmet vermekte olup 40 saniyede zemin kattan 24. kata ulaşmaktadır.

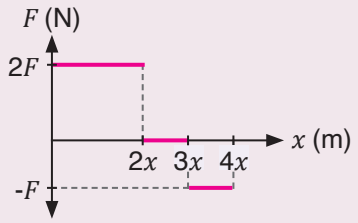
Buna göre sabit süratle hareket eden özdeş asansörlerin güçlerini karşılaştırınız.

(Katlar arası mesafe 4 m'dir.)

4. Yatay düzlemde duran m kütleli cisim, kuvvet etkisi ile hareket ettirilmektedir. Cismin hareketine ait enerji-zaman grafiği aşağıdaki gibidir. (0-1) s aralığında harcanan güç P_1, (1-2) s aralığında harcanan güç P_2dir.



Buna göre güçlerin oranı $\frac{P_1}{P_2}$ kaçtır?

5. 

Yatay düzlemde durgun hâlde bulunan cismin F-x grafiği yandaki gibidir. Cisim başlangıçtan itibaren $2x$ yer değiştirdiğinde cisim üzerinde yapılan iş 40 J'dür.

Cisim $4x$ yer değiştirmeyi 10 s'de tamamladığına göre bu süre sonunda cisim üzerinde harcanan güç kaç W olur?

Kontrol Noktası

Aşağıdaki tabloda iş, enerji ve güç kavramlarına ait bilgiler verilmiştir:

	İŞ	ENERJİ	GÜÇ
Tanımı	Bir kuvvetin bir cisme etki ederek onu kuvvet doğrultusunda hareket ettirmesi durumunda yaptığı fiziksel niceliktir.	Enerji, iş yapabilme yeteneğidir.	Birim zamanda yapılan iş ya da birim zamanda harcanan enerjidir.
Birimi	joule	joule	watt
Simgesi	W	E	P
Matematiksel Modeli	$W = F \cdot \Delta x$	$\Delta E = W = F \cdot \Delta x$	$P = \frac{W}{t}$

İş-Güç-Enerji

- Cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetin büyüklüğü ve cismin yer değiştirmesi işi etkiler.
- İnsanların güçlü olması fizik bilimi açısından güçlü olması anlamına gelmez.
- Cisme uygulanan net kuvvet cismin hareket yönünde ise cismin hızı artar.
- Bir cismin üzerinde yapılan iş cismin enerji değişimine eşittir.
- Sabit hızlı hareket eden cisim iş yapmaz.
- Uzun süre ayakta bekleyen kişinin yorulması fizik bilimi açısından iş yapıldığını göstermez.

Ders Öncesi Hazırlık: *2.3. Etkinlik'te kullanmak üzere mekanik, kimyasal ve nükleer enerji ile ısı, ışık, ses ve elektrik enerjisi biçimlerini araştırarak elde ettiğiniz bilgileri bir kâğıda not ediniz.*

2.2. ENERJİ BİÇİMLERİ

Konuya Başlarken

Enerji biçimleri ihtiyaç doğrultusunda birbirine dönüştürülebilir. Bu sayede çeşitli teknolojik ürünleri çalıştırabilmek için dönüştürülen enerjilerden yararlanılır.

Günlük hayatta kullanılan teknolojik ürünlere her geçen gün bir yenisi eklenmekte ve işler çok daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir. Evlerde kullanılan teknolojik ürünlerin birçoğu elektrik ile çalıştırılmasına rağmen bu aletler ile elde edilen enerji biçimlerinin farklılık gösterdiği görülür. Örneğin saç kurutma makinesi elektrik enerjisini ısı ve mekanik enerjiye dönüştürür.

Evlerde kullanılan elektrikli ev aletleri, elektrik enerjisini hangi farklı enerji biçimlerine dönüştürebilir?

Elektrikli ev aletleri

2.3. Etkinlik

Adı	ENERJİ BİÇİMLERİ
Amaç	Mekanik, kimyasal ve nükleer enerji ile ısı, ışık, ses ve elektrik enerjisi biçimlerinin özelliklerini belirleyebilme
Süre	30 + 30 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırayla takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik, öğretmeniniz tarafından "Grup Değerlendirme Formu" ile değerlendirilecektir.

1. Etkinlikte asıl ve uzman gruplar olmak üzere farklı zamanlarda grup kurma süreci gerçekleşecektir. Öncelikle öğretmeninizin rehberliğinde en az yedişer kişilik "asıl gruplar" oluşturunuz.

2. Etkinlik öncesinde enerji biçimleri hakkında yapmış olduğunuz araştırma sonuçlarını grup olarak saygı çerçevesinde tartışınız. Tartışma sonucunda enerji biçimlerinin özellikleri ile ilgili ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana kısaca yazınız.

Mekanik Enerji: .....

.....

Kimyasal Enerji: .....

.....

Nükleer Enerji: .....

.....

Isı: .....

.....

Işık: .....

.....

Ses: .....

.....

Elektrik Enerjisi: .....

.....

3. Asıl grubunuz içinde her biriniz öğretmeninizin rehberliğinde uzmanlaşmak istediğiniz farklı bir enerji biçimini seçiniz. Aynı enerji biçimini seçen diğer öğrenciler ile bir araya gelerek "uzman grupları"nı oluşturunuz.

4. Seçtiğiniz enerji biçimini, bu enerji biçiminin nasıl oluştuğunu ve günlük hayatta nerelerde görüldüğünü uzman grubunuzla müzakere ediniz. Bu enerji biçiminin diğer enerji biçimleri ile benzerlik ve farklılıklarını sebepleri ile aşağıdaki tabloya kısaca yazınız. Tabloyu doldururken ihtiyaç duyan grup arkadaşlarınıza destek veriniz.

Enerji Biçimi:	
Benzerlikler	**Farklılıklar**

5. Asıl grubunuza geri dönünüz ve enerji biçimlerinin özelliklerini, benzerliklerini ve farklılıklarını arkadaşlarınızla paylaşınız. Paylaşılan bilgiler doğrultusunda aşağıdaki tabloyu örnekteki gibi doldurunuz.

Enerji Biçimi	**Enerji Biçiminin Özelliği**	**Benzer Olduğu Enerji Biçimi**	**Farklı Olduğu Enerji Biçimi**
Mekanik Enerji	Cismin konum ve hareketi ile ilgilidir.	Ses	Işık
Kimyasal Enerji			
Nükleer Enerji			
Isı			
Işık			
Ses			
Elektrik Enerjisi			

Değerlendirme

1. Bir körfezin iki yakasında oturan iki arkadaş olan Melih ve Ahmet, telefon görüşmesi yaparken düşen yıldırımı aynı anda görürler. Melih, yıldırımın sesini duyduğunda Ahmet henüz bir ses duymadığını söyler. Bir süre sonra Ahmet de yıldırımın sesini duyduğunu ifade eder.

Buna göre

a) Yukarıdaki örnek olayda hangi enerji biçimlerinden bahsedilmektedir?

b) Melih ile Ahmet'in yıldırımı aynı anda görüp yıldırımın sesini farklı zamanlarda duymalarının sebebi nedir? Açıklayınız.

2. Vantilatör, bulunduğu ortamdaki havayı hareket ettirmek için kullanılan ve elektrik enerjisi ile çalışan bir cihazdır. Buna göre

a) Vantilatörün çalışma sürecindeki enerji dönüşümlerini sırasıyla yazınız.

b) Vantilatörün uzun bir süre çalışması nedeniyle oluşan enerji kaybı hangi enerji biçimlerine dönüşür?

c) Vantilatörün çalışma sürecindeki enerji biçimlerinin benzerlik ve farklılıklarını kısaca yazınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Grup Değerlendirme Formu"na ulaşabilirsiniz.

Mekanik Enerji: Bir cismin sahip olduğu mekanik enerji, o cismin hareketi ile kazandığı kinetik enerji ve bulunduğu konum dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjinin toplamıdır. Örneğin hidroelektrik santrallerde ve barajlarda biriken suyun sahip olduğu potansiyel enerji suyun hareketi ile kinetik enerjiye dönüşür. Bu durum akarsu üzerine bir sistem kurulmasıyla da elde edilebilir. Bu sayede suyun mekanik enerjisi, türbinlerle elektrik enerjisine dönüştürülür. Görsel 2.3'teki gibi kayak yapan sporcunun mekanik enerjisi, hızı dolayısıyla sahip olduğu kinetik enerjisi ve konumu dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjisinin toplamına eşittir. Çeşitli şekillerde elde edilen mekanik enerji ile iş yapılabilir ya da elektrik enerjisi üretilebilir.

Görsel 2.3: *Kayak yapan sporcu*

Görsel 2.4: *Akü*

Kimyasal Enerji: Moleküllerin kimyasal bağlarında depolanmış enerji bulunur. Bu enerjinin kimyasal tepkime sonucunda açığa çıkmasıyla kimyasal enerji elde edilir. Pil ve akülere depolanan enerji kimyasal enerjidir. Günlük hayatta yaygın olarak kullanılan pil ve aküler (Görsel 2.4) kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Kimyasal enerji; ısı, ışık veya mekanik enerjiye dönüştürülebilir. Örneğin pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşerek uzaktan kumandalı oyuncak arabayı çalıştırabilir veya el fenerindeki kimyasal enerji ışık enerjisine dönüşerek karanlık bir yeri aydınlatabilir.

Görsel 2.5: *Nükleer santral*

Nükleer Enerji: Nükleer enerji atom çekirdeğinden elde edilir. Güneş gibi yıldızlarda helyum, hidrojen, lityum vb. hafif çekirdeklerin birleşmesi veya nükleer santrallerde (Görsel 2.5) uranyum, plütonyum gibi ağır atom çekirdeklerinin bölünmesi sonucunda nükleer enerji oluşur. Bu durum her bölgenin yer altı ve yer üstü kaynaklarına göre de farklı enerji kaynaklarına sahip olmasını sağlar. sonucunda nükleer reaktörde çok yüksek bir ısı açığa çıkar. Bu ısı sayesinde su kaynatılarak yüksek basınçlı buhar elde edilir. Elde edilen yüksek basınçlı buhar sayesinde türbinler döndürülerek kinetik enerji oluşturulur. Oluşturulan kinetik enerji elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılır. Nükleer enerji elektrik üretimi dışında tıp, endüstri, uzay çalışmaları, savunma sanayisi gibi birçok alanda kullanılır.

Mutlak Sıcaklık

Mutlak sıcaklık (mutlak sıfır), teorik olarak mümkün olan en düşük sıcaklıktır ve -273,15 °C (derece celcius) olarak tanımlanır. Termodinamiğin temel kavramlarından biri olan mutlak sıfır, K (Kelvin) ölçeğinde 0 K değerine karşılık gelir. Bu sıcaklık değerinde moleküllerin termal hareketlerinin olmadığı ve kinetik enerjilerinin sıfır olduğu kabul edilir.

Bir malzemenin sıcaklığının mutlak sıfıra düşürülmesi imkânsız olsa da gelişmiş yöntemler kullanılarak laboratuvar ortamında mutlak sıfıra çok yakın sıcaklıklara ulaşılabilmektedir.

Isı: Sıcaklıkları farklı olan maddeler bir araya geldiklerinde ya da birbirlerine temas ettiklerinde aralarında enerji alışverişi olur. Bu alışveriş esnasında alınan ya da verilen enerjiye **ısı** denir. Isı sistemin moleküllerinin, atomlarının ve elektronlarının hareketleri sonucu ortaya çıkar. Cisimleri oluşturan moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına **iç enerji** denir. Mutlak sıcaklığın üzerinde bir sıcaklığa sahip olan her sistemin iç enerjisi vardır.

Bir enerji biçimi olan ısının SI'da birimi jouledür (J). Günlük hayatta ısı için sıklıkla "kalori" birimi de kullanılır. Görsel 2.6'da bir evin farklı bölümlerindeki sıcaklık dağılımının kızılötesi termal kamera görüntüsü verilmiştir.

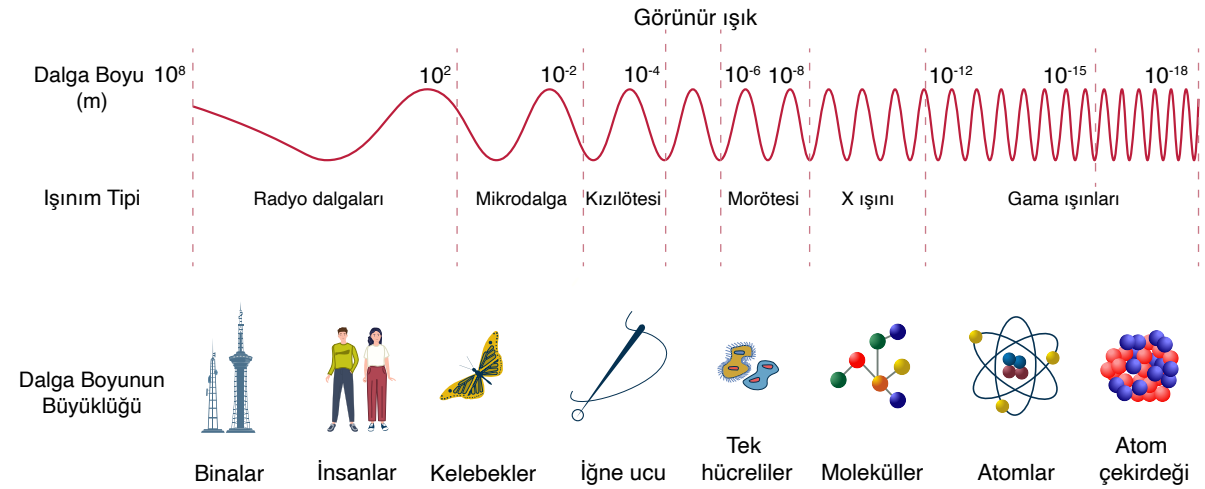
Görsel 2.6: *Kızılötesi termal kamera görüntüsü*

Işık: Belli bir kaynaktan çıkan, dalgalar hâlinde yayılan bir enerji biçimidir. Işık yayarak görülebilen cisimlere **ışık kaynağı** denir. Güneş ve diğer yıldızlar doğal, lambalar ise yapay ışık kaynaklarına örnektir. Güneş'te gerçekleşen nükleer tepkimeler ile hidrojen atomları, helyum atomlarına dönüşürken elektromanyetik radyasyon olarak çok büyük bir enerji açığa çıkar. Açığa çıkan bu enerji foton adı verilen parçacıklar ile taşınır. Güneş, elektromanyetik spektrumun düşük enerjili radyo dalgalarından yüksek enerjili gama ışınlarına kadar bütün dalga boylarında (Şekil 2.10) her saniye ışık yayar. Elektromanyetik spektrumda 300-700 nanometre aralığında yer alan dalgalar insan gözü ile algılanabilir.

Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum (tayf) ***elektromanyetik dalgalar*** *olan ışınım türlerinin dalga boyu veya frekansına göre sınıflandırıldığı bir ölçektir. Bu ölçek radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınım, görünür ışık, morötesi ışınım, x ışınları ve gama ışınları olmak üzere yedi ana bölgeye ayrılır.*

Işık, günlük hayatta ve teknolojide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Işık fotosentez sürecinde bitkiler tarafından kullanılarak kimyasal enerjiye dönüştürülür ve ekosistemin temel enerji kaynağını oluşturur. Ayrıca ışık, güneş panelleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülerek yenilenebilir enerji üretiminde kullanılır. Lazer teknolojilerinde, tıpta ve haberleşme sistemlerinde de ışıktan faydalanılmaktadır.



Şekil 2.10: *Elektromanyetik spektrum*

Ses: Ses katı, sıvı ve gaz ortamındaki moleküllerin titreşmesi sonucunda meydana gelir ve dalgalar hâlinde yayılır. Ses, iletimi için maddesel bir ortama ihtiyaç duyduğundan boşlukta yayılmaz. Sesin iletilmesi sırasında ortamdaki moleküllerin yeri değişmezken enerji bir molekülden diğerine aktarılır. Sesin oluşabilmesi için bir ses kaynağına ihtiyaç vardır. Ses iletimi sırasında enerjinin bir kısmı ortamdaki taneciklerin birbiriyle çarpışması sonucu çoğunlukla ısıya dönüşür.

Bazı opera sanatçılarının sesleri ile ince yapılı bardakları titreştirebilmesi, tıpta kullanılan yüksek frekanslı ses dalgaları (ultrason) ile böbrek taşlarının kırılması gibi olaylar sesin bir enerji olduğunu gösterir. Ses, başka enerji biçimlerine dönüştürülebilir. Yüksek ses kaynağının etrafındaki cisimlerin titreşmesi, sesin kinetik enerjiye dönüşmesine örnektir. Mikrofonların yapısında bulunan piezoelektrik malzemeler ses dalgalarına maruz kaldığında bu malzemeler elektrikle yüklenir. Bu olay sesin elektrik enerjisine dönüşebildiğini gösterir.

Çöpten Elektriğe

Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından Bursa'nın 17 ilçesinden toplanan evsel katı atıklar, ham madde olarak kullanılarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Toplanan katı atıkların açığa çıkardığı metan gazından elektrik elde edilmektedir. Yapılan bu çalışmalar ile 2022 yılında 67 milyon 337 bin 616 kWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin birçok şehrinde bu yöntemle elektrik üretilmektedir.

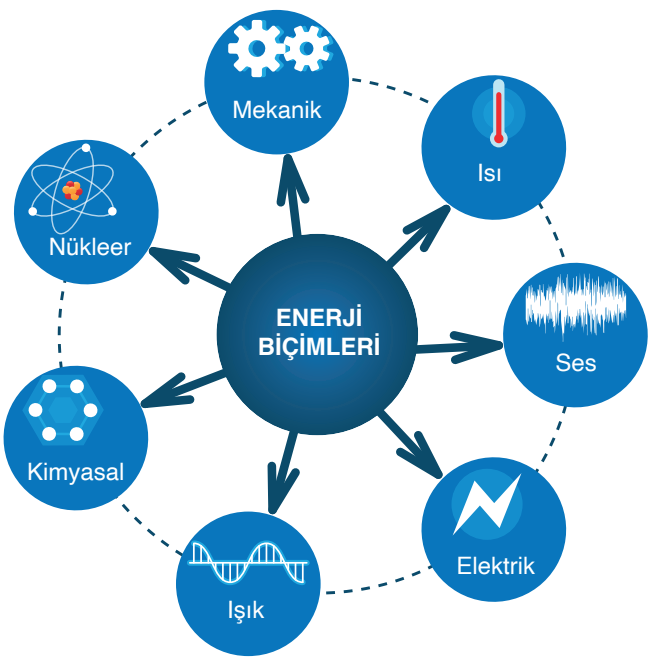
Elektrik Enerjisi: Elektrik enerjisi, iletken telin uçları arasına uygulanan potansiyel fark dolayısıyla serbest elektronların ve iyonların hareketi sonucunda açığa çıkan enerjidir. Elektrik enerjisi, amaca uygun olarak başka enerji biçimlerine dönüştürülebilmesi özelliği ile günlük hayatta en çok kullanılan enerji biçimidir. Evlerde, iş yerlerinde ve endüstriyel tesislerde kullanılan elektrik; aydınlatma, ısıtma, soğutma gibi amaçlar için kullanılır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle elektrik enerjisi otomobillerde de kullanılmaya başlanmıştır.

Elektrik enerjisi; termik, nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla elde edilen ikincil bir enerjidir. Elektriğin depolanarak istenen zamanda kullanılabilmesi enerji verimliliğini artırır.

Enerji dönüşümlerinden yararlanılarak fizik, elektronik, kimya, malzeme, mekanik ve tıp alanlarının kapsamına giren çalışmalarla giyilebilir birçok elektronik cihaz geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan işitme cihazı mikrofonu, sesin enerjisini kullanarak elektrik sinyali üretir ve bu sinyali yükselterek işitme cihazı kullanıcısının kulağına gönderir.

İşitme cihazı mikrofonu örneğinde olduğu gibi bir kaynaktan elde edilen enerji biçimleri, diğer enerji biçimlerine dönüştürülerek kullanılır. Gıdalardaki kimyasal enerji metabolizma yoluyla termal enerjiye daha sonra hareket enerjisine dönüştürülür. Işık; fotosentez ile kimyasal enerjiye, güneş panelleri ile ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu dönüşüm sırasında sistemdeki bir enerji biçimi azalırken başka bir enerji biçimi artar.

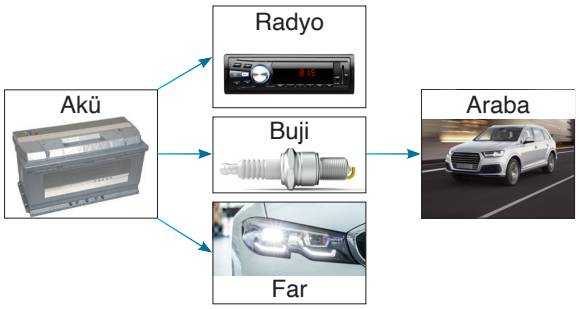
Enerji biçimleri taşınma ve depolanma yöntemleri, kaynaklarının uygulama alanları bakımından birbirinden ayrılır. Enerji biçimlerinin ortak özellikleri ise oluşabilmesi için bir kaynağa ihtiyaç duyması, çevreye etkilerinin olması, birimlerinin joule olması, birbirlerine dönüşebilmesi ve dönüşümleri sırasında enerji kaybı ortaya çıkmasıdır. Görsel 2.7, enerji biçimlerini göstermektedir.



Görsel 2.7: *Enerji biçimleri*

Konu ile ilgili etkinlik için karekodu kullanabilirsiniz.

Örnek



Yandaki görsellerde bir otomobilin aküsündeki kimyasal enerjinin farklı enerji biçimlerine dönüşümü verilmiştir.

Akünün çalışması esnasında dönüşen enerji biçimlerini belirleyerek bunların benzerlik ve farklılıklarını yazınız.

Çözüm

Görselde radyo ses, far ışık, buji elektrik enerjisini; akü kimyasal, araba ise mekanik enerjiyi temsil etmektedir.

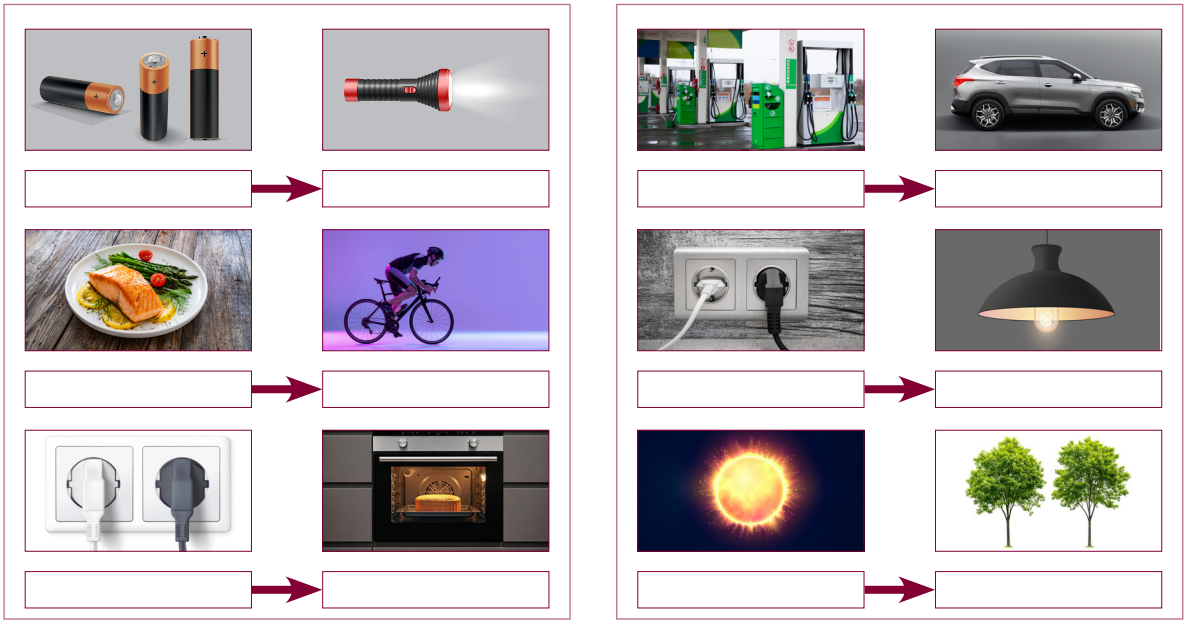
Kimyasal enerji; ses, ışık ve elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Akü kullanımıyla kimyasal enerji elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bu enerji aracın elektronik sistemlerini ve motoru çalıştırmak için kullanılmaktadır. Motorun çalışmasıyla yakıttaki kimyasal enerji mekanik enerjiye dönüşmekte ve araç hareket etmektedir. Bu dönüşümler sırasında sürtünmelerden dolayı ısı açığa çıkmaktadır.

Akünün çalışması sırasında dönüşen enerji biçimleri, aynı kaynaktan elde edilme ve birbirine dönüşme konusunda benzerlik gösterirken taşınma ve uygulama alanları konusunda farklılık gösterir.

2.9. Soru

Aşağıdaki görsellerde enerji biçimlerinin dönüşümleri ok ile gösterilmektedir. Buna göre görsellerin altında bulunan boşluklara ilgili enerji biçimini yazınız.

Cevap



2.10. Soru

Cep telefonları şarj edilirken hangi enerji dönüşümleri gerçekleşir? Bu dönüşümler sırasında enerji kayıpları yaşanır mı? Gerekçeleriyle açıklayınız.

Cevap

Performans Görevi

Adı	ENERJİ BİÇİMLERİ
Beklenen Performans	Enerji kaynaklarına yönelik rapor hazırlama
Süre	1 hafta
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Her bölge coğrafi yapısı bakımından farklılıklar gösterir. Bu durum her bölgede yer altı ve yer üstü kaynaklarına göre farklı enerji kaynaklarına erişilmesini sağlar. Dolayısıyla her bölgede elde edilecek enerji biçimlerinde de farklılıklar ortaya çıkar.

Bu bilgilere dayanarak yaşadığınız çevrede bulunan farklı enerji biçimlerini araştırınız ve kullanılan enerji kaynaklarına yönelik kısa bir rapor hazırlayınız.

Çalışmanıza kaynaklık etmesi adına güvenilir kaynaklara ulaşabilmek için gov, edu vb. uzantılı çevrim içi kaynaklardan yararlanabilirsiniz. Araştırma sürecinizde yerel yöneticilerden ve coğrafya öğretmeninizden bilgi alabilirsiniz.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Rapor, araştırmanın içeriğini kapsayacak şekilde hazırlanmalıdır.
- Raporda içeriği destekleyecek görsellere yer verilmelidir.
- Performans görevi süresince yararlanılan kaynaklar içerikte belirtilmelidir.
- Rapor; kapak sayfası, ana bölüm (içerik), sonuç-değerlendirmeler ve kaynakça olmak üzere 4 bölümden oluşmalıdır.
- Rapor hazırlanırken yazım ve noktalama kurallarına dikkat edilmelidir.

Not: Hazırladığınız rapor, öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir. Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Çalışma Yaprağı

Aşağıdaki soruların cevaplarını verilen alana yazınız.

1. Birinci sütunda enerji özellikleri, ikinci sütunda ise enerji biçimleri verilmiştir. Birinci ve ikinci sütunlarda verilenleri eşleştirerek doğru harfi yay ayraç içine yazınız.

Enerji Özellikleri	Enerji Biçimleri
1. (…) Moleküllerin kimyasal bağlarında depolanmış enerjinin kimyasal tepkime sonucunda açığa çıkmasıyla elde edilen enerjidir.	**a)** Nükleer enerji
2. (…) Atom çekirdeğinin bölünmesinden elde edilen enerjidir.	**b)** Güneş enerjisi
3. (…) Hidrolik santrallerde yüksekten akan suyun türbinleri döndürmesi ile oluşabilir.	**c)** Ses
4. (…) İletimi için maddesel bir ortama ihtiyaç olduğundan boşlukta yayılmaz.	**ç)** Kimyasal enerji
5. (…) Cihazları çalıştırmak, ışık sağlamak, ısıtmak, soğutmak gibi amaçlar için kullanılır.	**d)** Potansiyel enerji
6. (…) Sıcaklıkları farklı maddeler arasında enerji alışverişi olması sonucu oluşur.	**e)** Elektrik enerjisi
7. (…) Belli bir kaynaktan çıkan, dalgalar hâlinde yayılan ve ısı yayan bir enerjidir.	**f)** Işık
	g) Isı

2. Enerji biçimleri ile ilgili verilen cümlelerdeki boşlukları aşağıdaki sözcüklerden uygun olanları ile tamamlayınız.

nükleer	kimyasal	mekanik	iç enerji	ışık	elektrik	ses	ısı	titreşim	dalga

a) Havaya atılan topun sahip olduğu ..... enerji, topun hareketi nedeniyle kazandığı kinetik enerji ve bulunduğu konum dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjinin toplamıdır.

b) Pil, akü gibi üreteçlerde elektrik enerjisi ..... yöntemlerle depolanır.

c) Elektrik üretimi dışında tıp, endüstri, uzay çalışmaları, savunma sanayisi gibi birçok farklı alanda ..... enerji kullanılır.

ç) Pozitif ve negatif yüklü iki küre arasına bağlanan iletken bir telin üzerindeki elektronların hareketi sonucu ..... enerjisi oluşur.

d) Sismik aletler, ultrason cihazı, radar, sonar, hoparlör, kulaklık gibi cihazların çalışmasında ..... enerjisinden yararlanılır.

e) Çay bardağındaki sıcak içeceği oluşturan moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına ..... denir.

f) Belli bir kaynaktan yayılan ..... elektromanyetik bir dalgadır.

3. Zeynep yaşadığı şehirde düzenlenen bilim fuarına gider ve yapılan projeleri incelemeye başlar. Zeynep ilk olarak güneş panelleri sayesinde çalışan otomobillerin yarışını seyreder. Ardından başka bir proje dikkatini çeker. Bu projede üç farklı düzenek vardır. Birincisi, yanına yerleştirilen rüzgârgülünün dönmesiyle lambaları yanan bir ev düzeneğidir. İkinci düzenek, pedallara bağlı lambaların pedalların çevrilmesiyle yanması esasına dayanır. Üçüncüsü ise kaynayan suyun üzerine yerleştirilen bir çarkın döndüğü düzenektir.

Metinde geçen enerji biçimlerini ve enerji biçimlerinin birbirine dönüşümlerini yazınız.

4.

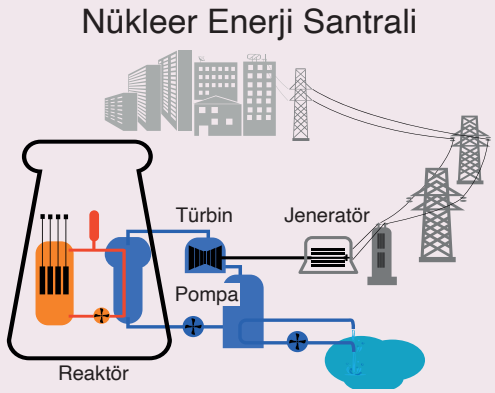
Normal şartlar altında ısı, sıcaklığı büyük olan cisimden küçük olan cisme doğru akar. Bu durumu tersine çevirebilmek, diğer bir deyişle soğuk cisimden sıcak cisme ısı aktarabilmek için sisteme dışarıdan müdahale etmek gerekir. İklimleme cihazları buna örnek verilebilir. Soğuk hava üflemesi için ayarlanan iklimleme cihazları, elektrik enerjisi yardımı ile normal ısı akış yönünü tersine çevirerek ısı enerjisini soğuk ortamdan sıcak ortama aktarır.

Buna göre

a) Metinde geçen enerji türlerinin özelliklerini yazınız.

b) Bu enerji biçimlerinin benzerlik ve farklılıklarını açıklayınız.

5.



Radyoaktif bir elementin bozunumuyla elektrik elde edilmesinde nükleer reaktörler kullanılmaktadır. Yandaki şekilde bir nükleer reaktör şematik olarak verilmiştir.

Buna göre şemadan yararlanarak

a) Reaktör, türbin ve jeneratör bölümlerindeki enerji biçimlerini yazınız.

b) Nükleer reaktörlerin enerji üretim süreçlerini kısaca açıklayınız.

6. Aşağıdaki metinde verilen numaralandırılmış makinelerde elektrik enerjisinin hangi enerji biçimlerine dönüştüğünü yazınız. Enerji biçimlerinin ortak özelliğine günlük hayattan bir örnek veriniz.

Osman ve Zehra evlerine gelecek olan konuklar için annelerine yardım etmek isterler. Anneleri bu isteklerini kabul eder ve çocuklarına bir iş bölümü yapmalarını söyler. Anneleri hamur yoğurma makinesinde (I) börek hamuru hazırlarken Osman en sevdiği keki yapmak için buzdolabından (II) yumurtayı alıp çırpıcıda (III) şeker ile karıştırır. Zehra ise annesinin hazırladığı poğaçaların üzerine yumurta sürüp tepsiyi fırına yerleştirerek fırının (IV) derecesini ayarlar. Mutfaktaki işleri bittikten sonra Osman elektrikli süpürge ile evi süpürür. Zehra ise bulaşıkları makineye yerleştirip bulaşık makinesini (V) çalıştırır. Anne, çocuklarının yardımlarından çok hoşnut olur ve kahve makinesinde (VI) kendisi ve çocukları için bir yorgunluk kahvesi hazırlar.

Kontrol Noktası

Mekanik enerji, cismin hareketi sonucunda oluşan kinetik enerji ve bulunduğu konum dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjinin toplamıdır.

Elektrik enerjisi, iletken telin uçları arasına uygulanan potansiyel fark sebebiyle serbest elektronların hareketiyle ortaya çıkar.

Kimyasal enerji, maddelerin kimyasal bağları içerisinde depolanan bir enerji türüdür.

ENERJİ BİÇİMLERİ

Ses; katı, sıvı ve gaz ortamlarındaki moleküllerin titreşmesi sonucunda ortaya çıkar.

Nükleer enerji; nükleer santrallerde uranyum, plütonyum gibi ağır atomların bölünmesi sonucunda açığa çıkar.

Isı; sistemin molekül, atom ve elektronlarının hareketleri sonucunda ortaya çıkar.

Işık; belli bir kaynaktan çıkan, dalgalar hâlinde yayılan bir enerji biçimidir.

2.3. MEKANİK ENERJİ

Konuya Başlarken

İnsanlık tarih boyunca hayatı kolaylaştırma ve verimliliği artırma çabası içinde olmuştur. Tekerleğin icadıyla başlayan bu serüven, Cezeri gibi bilim insanlarının katkılarıyla otomasyona uzanan bir yolculuğa dönüşmüştür. Cezeri; cisimlerin hızından ve bulunduğu konumdan yararlanarak su saatleri, otomatik müzik aletleri, robotlar başta olmak üzere birçok karmaşık sistem tasarlamıştır. Bu cihazlardan biri olan "Su Hilesi" adlı robot, belli aralıklarla terazinin ucundaki kovalardan birinin dolmasıyla diğerinin boşalmasını sağlıyordu. Böylelikle ardışık zamanlı sıra ile her iki taraftaki kova da eşit aralıklarla suyu alabiliyordu. Otomasyon bugün Cezeri'nin çalışmaları sayesinde sibernetik ve robotik teknolojilerinin temelini oluşturmuştur.

Cezeri'nin "Su Hilesi" adlı robotu

Cezeri cihazların çalışmasında cisimlerin konumundan ne şekilde yararlanmış olabilir?

2.4. Etkinlik

Adı	MEKANİK ENERJİ BİLEŞENLERİ
Amaç	Mekanik enerjinin bileşenlerini belirleyebilme
Süre	15 dk.
Araç Gereç	Plastik top
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde sınıftan bir arkadaşınızı temsilci olarak seçiniz.
2. Temsilci tarafından farklı yüksekliklerden yere serbest bırakılan topun hareketini gözlemleyiniz.
3. Topun yerden belirli bir yükseklikte iken sahip olduğu enerji türünü yazınız.

4. Topun yere yaklaştıkça hızındaki değişimi açıklayınız.

5. Farklı yüksekliklerden serbest bırakılan topun yere çarptıktan sonra farklı yüksekliklere çıkmasının nedeni nedir?

Değerlendirme

1. Bir elmanın ağaçtan serbest düşmesi sırasında hangi enerji dönüşümü gerçekleşir ve bu dönüşümün nedeni nedir?

2. Bir ağacın dalında duran kuş ile aynı seviyede uçan başka bir kuşun sahip olduğu enerjiler nelerdir?

2.5. Etkinlik

Adı	MEKANİK ENERJİ
Amaç	Mekanik enerjiyi çözümleyebilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda hazırlayacağınız bilgi görseli "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.

2. Simülasyonda "Kütle" yazan butona tıklayıp sürükleyerek sporcunun kütlesini 60 kg olarak ayarlayınız.

3. Parkurun üzerindeki noktayı tıklayıp sürükleyerek parkurun sağında ya da solunda belirlenen en üst noktasına getiriniz.

4. "Ölçüm aleti" butonuna tıklayınız. Karşınıza çıkan yuvarlak imleci sporcunun bulunduğu konuma getirerek bu konumda sporcunun sahip olduğu değerleri (yükseklik, potansiyel enerji, kinetik enerji, mekanik enerji) Tablo 1'de ilk satıra yazınız.

Tablo 1: Kütlesi 60 kg Olan Sporcu İçin Yükseklik ve Enerji Değerleri

Yükseklik (m)	Kinetik Enerji (J)	Potansiyel Enerji (J)	Mekanik Enerji (J)

5. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak simülasyonu başlatınız. "DURDUR" butonunu kullanarak parkur üzerindeki sporcunun hareketini farklı üç konumda durdurunuz ve imleci bu konumlara getiriniz. Sporcunun durma sonrasında hareketinin devamı için "BAŞLAT" butonuna tıklayınız. Bu noktalardaki yükseklik, potansiyel enerji, kinetik enerji, mekanik enerji değerlerini Tablo 1'e yazınız.

6. "SIFIRLA" butonuna tıklayınız. Sporcunun kütlesini 80 kg olarak ayarlayarak simülasyonu tekrarlayınız. Parkur üzerindeki noktalara karşılık gelen değerleri Tablo 2'ye yazınız.

Tablo 2: Kütlesi 80 kg Olan Sporcu İçin Yükseklik ve Enerji Değerleri

Yükseklik (m)	Kinetik Enerji (J)	Potansiyel Enerji (J)	Mekanik Enerji (J)	Toplam Enerji (J)

7. "Grafik" butonuna tıklayınız. Sporcuyu parkurdaki maksimum yükseklikten serbest bırakarak kinetik, potansiyel ve mekanik enerjilerindeki değişimi grafik üzerinden gözlemleyiniz.

8. Sporcunun parkurda maksimum yükseklikten minimun yüksekliğe doğru yaptığı harekette kinetik, potansiyel ve mekanik enerjileri ile hızındaki değişimleri açıklayınız.

9. Sporcunun kütlesi artırıldığında potansiyel ve kinetik enerjilerinde ne gibi değişiklikler olmuştur?

10. Simülasyondaki enerji değişimleri ile ilgili çıkarımlarınızdan yararlanarak kinetik ve potansiyel enerji değişimleri ile mekanik enerjinin korunumuna yönelik matematiksel ilişkiyi belirleyiniz.

Değerlendirme

1. Parkurun sürtünmeli olduğu durumda sporcunun hareketini, mekanik ve toplam enerjisini arkadaşlarınızla tartışarak yorumlayınız. Ortak fikrinizi yazınız.

2. Günlük hayattan bir örnek seçerek mekanik enerji ile ilgili kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi gösteren bir bilgi görseli hazırlayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Mekanik Enerji Bileşenleri

Mekanik enerji bir sistemin ya da cismin sahip olduğu potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır. Bir cisim ya da sistem, potansiyel ve kinetik enerjilerin her ikisine sahip olabileceği gibi tek bir tanesine de sahip olabilir. Uçan bir helikopter, potansiyel ve kinetik enerjileri dolayısıyla mekanik enerjiye sahiptir. Ağacın dalındaki bir elmada potansiyel enerji, yerde yuvarlanan bir miskette ise kinetik enerji vardır. Bu durumda her iki cismin de mekanik enerjisi vardır.

Mekanik enerji, bir sistemdeki potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır. Potansiyel enerji E_P, kinetik enerji E_K olmak üzere mekanik enerji

$E_M = E_K + E_P$ matematiksel modeli ile ifade edilir.

Yüksekteki Enerji

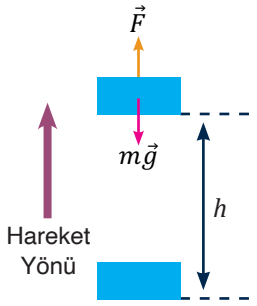
Kargalar bir cevizin kabuğunu kırıp içini yiyebilmek amacıyla yükseğe uçarak cevizi yere bırakır. Cevizin kabuğu kırılmadığı takdirde cevizi daha da yüksekten bırakır. Kargalar, ceviz kırılana dek bu işlemi tekrar eder.

Potansiyel Enerji

Birbirine kuvvet uygulayan iki veya daha fazla cisimden oluşan sistemdeki parçacıkların konumlarından dolayı sahip olduğu enerjiye **potansiyel enerji** denir. Örneğin gerilen ya da sıkıştırılan yaylarda veya yerden belirli bir yükseklikte bulunan cisimlerde potansiyel enerji depolanır. Depolanan bu enerji ile iş yapılabilir.

Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi

Cismin bulunduğu konumundan dolayı sahip olduğu enerji, **yer çekimi potansiyel enerjisi** olarak adlandırılır. Bir cismin potansiyel enerjisi, yer çekimi ivmesi ile o cismin yüksekliğine ve kütlesine bağlıdır.



Şekil 2.11: *$\vec{F}$ kuvvetiyle h kadar yükselen m kütleli cisim*

Bir cisme Şekil 2.11'deki gibi bir $\vec{F}$ kuvveti uygulandığında cisim yukarı doğru sabit hızla hareket eder ve yere göre h kadar yer değiştirir. Bu hareket ile yer çekimine karşı iş yapılmış olur ve o cisimde potansiyel enerji depolanır.

Net kuvvetin sıfır olması nedeniyle cisim sabit hızla hareket eder. Bu durumda yukarı yönlü kuvvet yer çekimi kuvvetine eşittir. Diğer bir deyişle uygulanan kuvvet $m \cdot g$ büyüklüğünde olup cismin ağırlığına eşittir. Bu durumda kuvvetin yaptığı iş

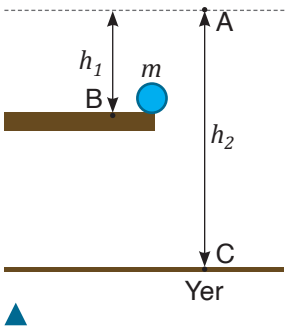
$W = F \cdot h$ olduğundan

$W = m \cdot g \cdot h$ şeklinde yazılabilir.

Yapılan iş, cisim üzerinde potansiyel enerji olarak depolandığından yer çekimi potansiyel enerjisi

$E_P = m \cdot g \cdot h$

matematiksel modeli ile ifade edilir.



Şekil 2.12: *m kütleli cismin konumunun gösterilmesi*

Potansiyel enerji bulunurken yükseklik belirli bir referans noktasına göre belirlenir. Şekil 2.12'deki gibi cismin A referans noktasına göre potansiyel enerjisi

$E_A = -m \cdot g \cdot h_1$

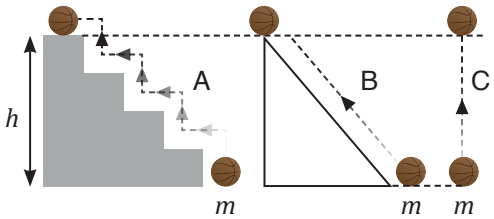
B referans noktasına göre potansiyel enerjisi

$E_B = 0$

C referans noktasına göre potansiyel enerjisi

$E_C = m \cdot g \cdot h_2$ olur.

Örnek



Şekildeki m kütleli top ortam değişikliği yapılmadan A, B ve C yolları izlenerek h yüksekliğine getirilmiştir.

Buna göre

a) Topun her üç durumda da geldiği h yüksekliğinde sahip olduğu potansiyel enerjileri arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

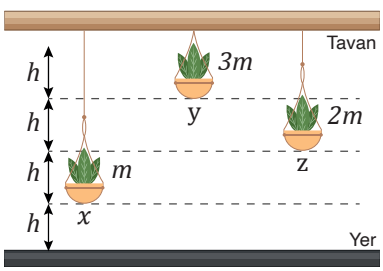
b) Topun A, B ve C yollarından h yüksekliğine çıkarılması ile top üzerinde yer çekimine karşı yapılan işleri karşılaştırınız.

Çözüm

a) Potansiyel enerji; topun kütlesine , bulunduğu ortamın yer çekimi ivmesine ve yerden yüksekliğine bağlıdır. Topun getirildiği konumların yerden yükseklikleri eşit olduğundan potansiyel enerjisi her üç durum için de eşittir. Bu durumda $E_A = E_B = E_C$ olur.

b) Yapılan iş, gidilen yoldan bağımsızdır. Potansiyel enerjideki değişim, yapılan işe eşittir. Bu durumda top üzerinde her üç yolda yer çekimine karşı yapılan işler de birbirine eşit olur. $W_A = W_B = W_C$ yazılır.

2.11. Soru

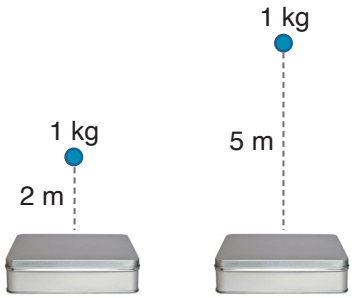


Mehmet evinin balkonunu daha güzel hâle getirmek için saksıda çiçekler almış ve farklı uzunluktaki iplerle saksıları şekildeki gibi tavana asmıştır. Çiçeklerin sırasıyla kütleleri m, $3m$ ve $2m$; yerden yükseklikleri h, $3h$ ve $2h$'dir.

Buna göre cisimlerin potansiyel enerjilerini (E_X, E_Y, E_Z) karşılaştırınız.

Cevap

2.12. Soru



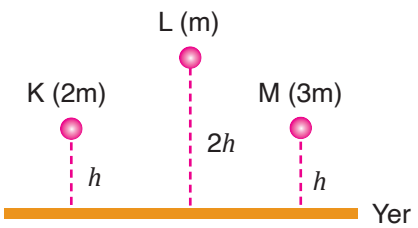
Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda özdeş teneke kutular üzerine 1 kg kütleli cisim, 2 m ve 5 m yüksekliklerden şekildeki gibi serbest bırakılmıştır.

5 m yükseklikten bırakılan cismin, teneke kutunun şeklini daha fazla değiştirmesinin nedenini açıklayınız.

(g = 10 m/s^2 alınız.)

Cevap

2.13. Soru



Aynı apartmanda oturan Engin, Ezgi ve Arda; aynı malzemeden yapılmış ve kütleleri farklı olan K, L, M toplarını belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakarak topların yere çarptıktan sonra ne kadar zıplayacağını gözlemlemek isterler. K, L ve M toplarının kütleleri sırasıyla 2m, m ve 3m; yerden yükseklikleri ise *h*, 2*h* ve *h*'dir.

Buna göre topların

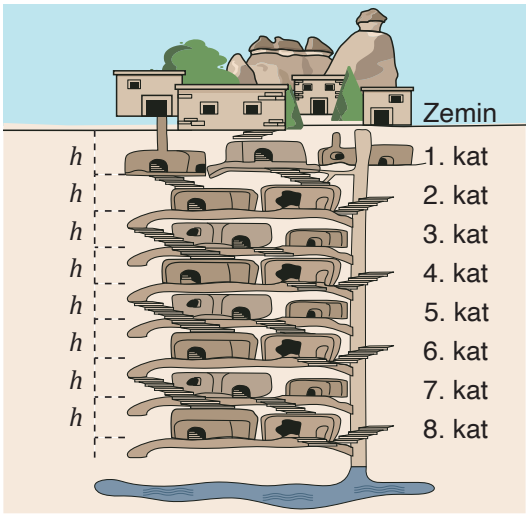
a) Potansiyel enerjilerini mgh cinsinden hesaplayınız.

b) Yere çarptıktan sonraki yerden yükselme miktarlarını karşılaştırınız.

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

Cevap

2.14. Soru



Nevşehir'de bulunan Derinkuyu Yer Altı Şehri, Kapadokya'nın jeolojik oluşumu sayesinde inşa edilmiştir. Sekiz kattan oluşan yer altı şehri, büyük bir topluluğu içinde barındıracak ve onların ihtiyaçlarını karşılayacak mekânlardan oluşmaktadır. m kütleli turistler, yandaki temsilî şekilde gösterilen yer altı şehrini gezmektedir. Her bir katın yüksekliğinin eşit ve h kadar olduğu kabul edilmektedir. 4. katta bulunan iki turistten biri 2. kata çıkmakta diğeri 7. kata inmektedir.

Buna göre

a) Turistlerin 2 ve 7. kata gitmeleri durumunda potansiyel enerjilerindeki değişimi mgh cinsinden hesaplayınız.

b) Yer çekimine karşı hangi turist iş yapmıştır?

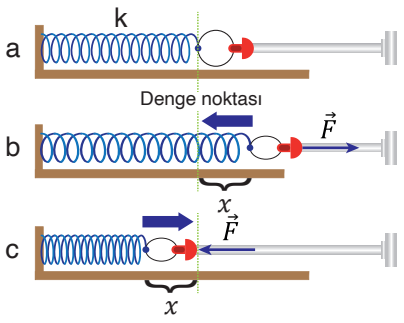
Cevap

Esneklik Potansiyel Enerjisi

Kuvvet uygulandığında şekli değişen ancak kuvvet ortadan kalktığında tekrar eski hâline dönebilen cisimlere **esnek cisim** denir. Yay, lastik ve Görsel 2.8'de gösterilen trambolin gibi nesneler esnek cisimlere örnek verilebilir. Esnek cisimler motorlu taşıtların amortisör ve süspansiyon sistemlerinde de kullanılabilir.

Esnek cisimlerin yapıldığı malzemeye bağlı olarak farklı esneklik sınırları vardır. Bu sınır aşıldığında cisimler eski hâline dönemez ve cisimlerde şekil değişiklikleri meydana gelir. Esneklik sınırını belirleyen temel büyüklüklerden biri yay sabiti (k) değeridir. Yay sabiti, birim uzunluk başına düşen kuvveti ifade eder ve yay sertliğine bağlıdır. Yay sabiti aynı zamanda yayın sertliğinin bir ölçüsünü gösteren esneklik katsayısı olarak da bilinir.

Görsel 2.8: *Trambolin*



Şekil 2.13: *Yaya kuvvet uygulanması*

Bir yayda herhangi bir sıkışma ve gerilme olmadığında yayın serbest ucunun bulunduğu noktaya **denge noktası** denir. Yay, Şekil 2.13.a'da denge noktasında bulunmaktadır. Şekil 2.13.b'de bir kuvvetin etkisi ile gerilerek, Şekil 2.13.c'de ise sıkıştırılarak denge noktasından x kadar uzaklaştırılmıştır.

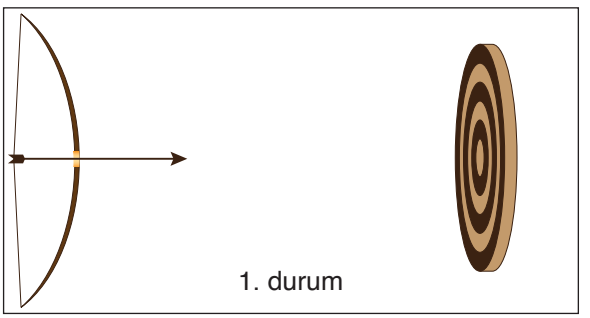
Yay, sıkıştırılarak veya gerilerek denge konumundan uzaklaştırıldığında tekrar eski konumuna dönme eğilimindedir. Yayın denge konumuna dönmesini sağlayan etkiye **geri çağırıcı kuvvet** denir. Bu kuvvetin yönü, daima denge noktasına doğrudur. Kuvvetin büyüklüğü, esnek yaydaki denge noktasından uzaklaşma miktarı (x) ve esneklik katsayısıyla (k) doğru orantılıdır.

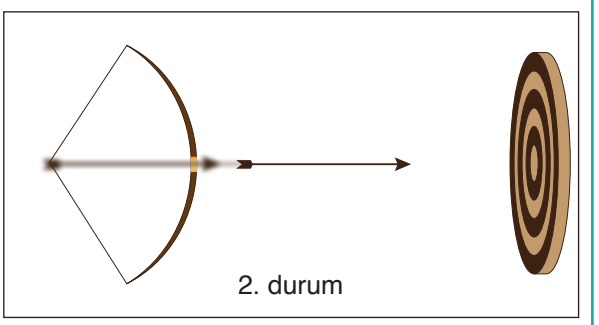
Görsel 2.9: *Gerilmiş yay*

Yayın denge noktasından uzaklaştırılması ile yayın üzerinde enerji depolanmış olur. Depolanan bu enerji ile iş yapılabilir. Örneğin okçuluk sporunda yay gerilir ve Görsel 2.9'daki gibi okun uzaktaki bir hedefe atılması sağlanır.

Örnek

Hilal okçuluk sporuna başladığı günlerde 1. durumdaki gibi dengede olan yayı disiplinli çalışma sonrası 2. durumdaki gibi gerebilmiştir. Daha sonra oku serbest bırakarak hedef tahtasına doğru fırlatmayı başarmıştır.





Buna göre Hilal'in, oku

a) Yay ile gerip atması süresince sistemin 1 ve 2. durumlarında yayın sahip olduğu enerji biçimlerini yazınız.

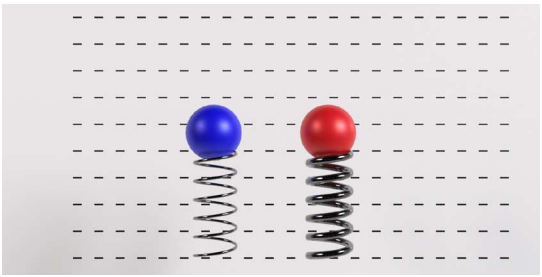
b) Daha uzaktaki bir hedef tahtasına konumunu değiştirmeden ulaştırması için ne yapması gerekir? Açıklayınız.

Çözüm

a) Yay, 1. durumda denge konumunda olduğu için yayın esneklik potansiyel enerjisi sıfırdır. 2. durumda yay gerildiği için yayda esneklik potansiyel enerjisi depolanmıştır.

b) Hilal'in, yayı daha uzağa atabilmesi için yayda depolanan enerjiyi artırması gerekir. Yayın yay sabiti aynı olduğundan yay denge konumundan daha fazla uzaklaştırılarak yayda depolanan enerjinin artırılması sağlanmalıdır. Bu durumda oku daha uzağa atabilmek için Hilal'in yayı daha fazla germesi gerekir.

2.15. Soru



Fatma ve Fatih tasarladıkları bir yay mekanizması ile top fırlatma oyunu oynarlar. Aynı malzemeden yapılmış ve yere sabitlenmiş farklı kalınlıktaki düşey yayları sıkıştırıp yayların üzerine top koyarak topu en yükseğe fırlatmaya çalışırlar. Yayın kalınlığı ve sıkışma miktarı ile topun yükselme miktarı arasındaki ilişkiyi gözlemlerler.

Buna göre Fatma ve Fatih topu en yükseğe fırlatmak için neler yapabilirler?

Cevap

Kinetik Enerji

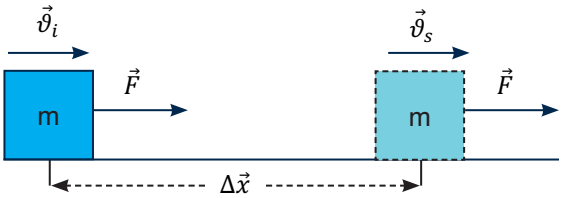
Cisimlerin hareketleri sebebiyle sahip olduğu enerji **kinetik enerji** olarak adlandırılır. Atılan top, hareket hâlindeki araba, dönen rüzgârgülü hareketlerinden dolayı kinetik enerjiye sahiptir.

Cismin hareketi, öteleme şeklindeyse bu enerjiye **öteleme kinetik enerjisi** adı verilir.

Bir cismin kütlesi m ve hızının büyüklüğü ϑ ise sahip olduğu kinetik enerji

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta^2$$

matematiksel modeli ile hesaplanır. Kinetik enerjinin SI'da birimi jouledür (J).



Şekil 2.14: *Cismin hareket yönüyle aynı yönde uygulanan kuvvet etkisiyle hızı değişen cisim*

Şekil 2.14'teki gibi sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda ilk hızının büyüklüğü ϑ_i olan m kütleli bir cisme hareketi yönünde büyüklüğü F olan bir kuvvet uygulandığında cisim hızlanır. Bu durum cismin $\Delta\vec{x}$ yer değiştirme sonunda ulaştığı son hızın ilk hızından büyük olmasını ve kinetik enerjisinin artmasını sağlar. Böylece cismin sahip olduğu kinetik enerjide bir değişim meydana gelir ve bu değişim iş-kinetik enerji teoremiyle açıklanır. "Cisim üzerine etki eden net kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir." şeklinde tanımlanan bu teorem cisme uygulanan kuvvetin, yer değiştirmenin, cismin ilk ve son hızının büyüklüğü kullanılarak

$$W_{net} = F \cdot \Delta x = \Delta E_K = E_{K(son)} - E_{K(ilk)}$$

$$W_{net} = \Delta E_K = E_{K(son)} - E_{K(ilk)} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta_s^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta_i^2$$

şeklinde yazılır.

İş-kinetik enerji teoreminde cisim üzerinde iş yapan tüm kuvvetler, hesaplamalarda dikkate alınmalıdır.

Örnek

19 Mayıs Atatürk'ü Anma Gençlik ve Spor Bayramı'nda gösteri yapacak bir paraşütçü, uçaktan atladıktan bir süre sonra 4 m/s hız büyüklüğüne ulaştığı anda paraşütçünün kinetik enerjisi 560 J olmaktadır.

Buna göre paraşütçünün kütlesi kaç kg'dır?

Çözüm

Paraşütçünün kinetik enerjisi

$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta^2$ matematiksel modeli ile hesaplanır.

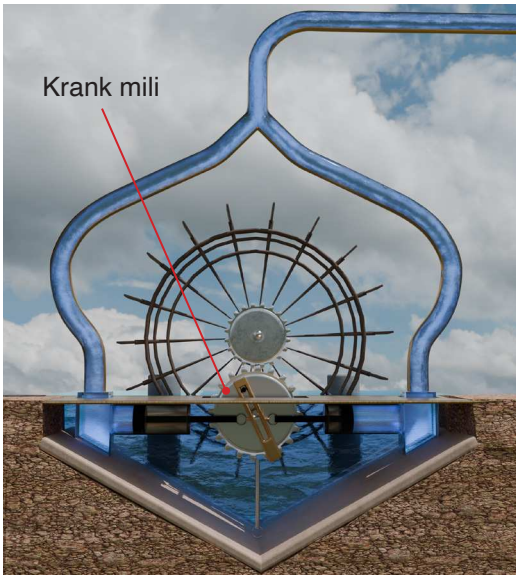
Paraşütçünün enerji ve hız bilgileri modelde yerine yazıldığında paraşütçünün kütlesi

$$560 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot 4^2$$

$$m = \frac{560 \cdot 2}{16}$$

m = 70 kg bulunur.

2.16. Soru



Cezeri, büyük miktarlarda suyu yükseğe taşımak amacıyla üçü hayvan gücüyle, ikisi otomatik çalışan beş düzenek tasarlamıştır. Cezeri bu tasarımlarında görseldeki gibi krank milini ilk kez kullanmıştır.

Cezeri'nin su gücüyle çalışan krank milindeki pompa düzeneğinde akan su, çarkı döndürür. Su çarkının miline bağlı bir çark, eksen miline bağlı başka bir çarka dönme hareketini aktarır. Şekildeki gibi eksen miline bağlı olarak hareket eden krank mili, dönme hareketini doğrusal harekete çevirir. Krank miline bağlı iki pistondan biri, suyun pistonun haznesine taşınmasını sağlarken diğer piston, suyun buradan çıkış borusuna basılmasını sağlar. Bu sayede su, çıkış borusundan yaklaşık 12 m yükseğe taşınır.

Buna göre Cezeri'nin su gücüyle çalışan pompa düzeneğinin hangi bölümlerinde potansiyel ve kinetik enerjiler görülmektedir? Açıklayınız.

Cevap

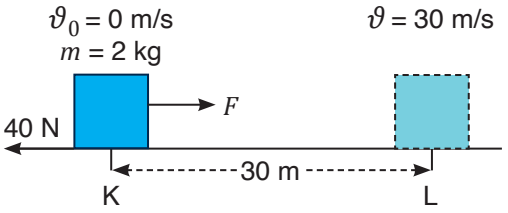
2.17. Soru

Mustafa ailesi ile bayram ziyareti için memleketine seyahat ederken babası daha önce kullanmadıkları bir yoldan gitmeye karar verir. Mustafa manzarayı çok beğenir ve babasından daha yavaş gitmesini rica eder.

Arabanın hızı yarıya düştüğünde kinetik enerjisi nasıl değişir?

Cevap

Örnek



Sürtünme kuvvetinin sabit ve büyüklüğü 40 N olan yatay düzlemde K noktasında durmakta olan 2 kg kütleli cisim, şekildeki gibi yatay düzleme paralel, sabit ve büyüklüğü F olan kuvvet ile çekilmektedir. Cisim bu kuvvetlerin etkisiyle L noktasından 30 m/s'lik hız büyüklüğü ile geçmektedir.

K ve L noktaları arasındaki uzaklık 30 m olduğuna göre F kuvvetinin büyüklüğü kaç N olur?

Çözüm

Başlangıçta durmakta olan cismin hızı, cisme etki eden net kuvvetin etkisiyle 30 m yolun sonunda 30 m/s'ye ulaşmıştır. Bu durumda net kuvvet, cisim üzerinde iş yapmış ve cismin kinetik enerjisinde değişim meydana getirmiştir.

Cisim yatay düzlemde sadece kinetik enerjiye sahip olduğundan iş-kinetik enerji teoremine göre

$W_{net} = F_{net} \cdot \Delta x = \Delta E_K = E_{K(son)} - E_{K(ilk)}$ yazılabilir.

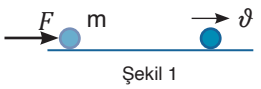
Bu matematiksel modelde kütle, hız, alınan yol ve kuvvet değerleri yerine yazıldığında cisme uygulanan F kuvvetinin büyüklüğü

$(F - 40) \cdot 30 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 30^2 - 0$

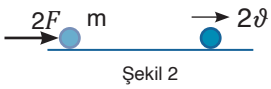
$(F - 40) \cdot 30 = 900$

$F = 30 + 40 = 70$ N bulunur.

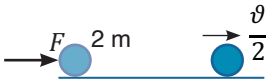
2.18. Soru



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Şekilde verilen durgun hâldeki m kütleli cisimler, yatay zemine paralel ve büyüklükleri F ve $2F$ olan sabit kuvvetlerin etkisi ile sırasıyla ϑ ve 2ϑ büyüklüklerinde hız kazanmaktadır.

2m kütleli cisim ise üzerine uygulanan F büyüklüğündeki kuvvetin etkisi ile $\frac{\vartheta}{2}$ büyüklüğünde hız kazandığına göre

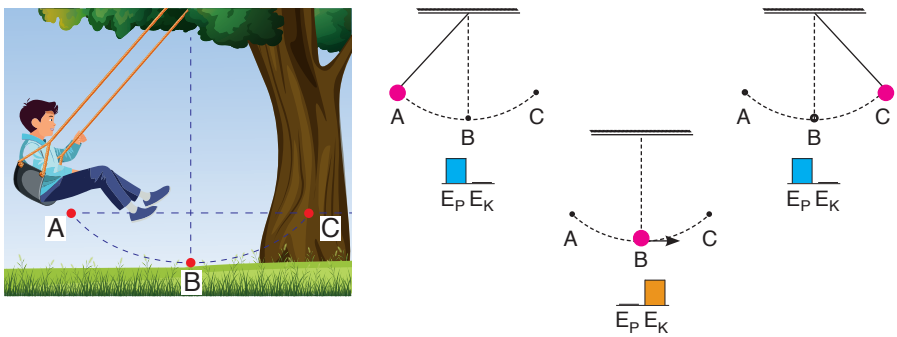
a) Cisimlerin kinetik enerjilerini karşılaştırınız.

b) Şekil 1'deki cisim x kadar yer değiştirdiğinde ϑ hızını kazandığına göre diğer cisimler kaç x yer değiştirdiğinde 2ϑ ve $\frac{\vartheta}{2}$ hızlarını kazanır? *(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)*

Cevap

Mekanik Enerjinin Korunumu

Sürtünme gibi enerji kayıplarının olmadığı ideal bir sistemde mekanik enerji korunur. Bu durumda kinetik ve potansiyel enerjiler birbirine dönüşür. Örneğin Görsel 2.10.a'daki gibi salıncakta sallanan bir kişinin potansiyel ve kinetik enerjisi; A, B ve C noktaları arasında değişiklik gösterir. B noktası referans olarak kabul edildiğinde kişinin A noktasından B noktasına giderken kinetik enerjisi artar, potansiyel enerjisi azalır; B noktasından C noktasına giderken ise potansiyel enerjisi artar, kinetik enerjisi azalır. Sürtünmelerin ihmal edildiği bu süreçte mekanik enerji korunur. Sallanan kişinin kinetik ve potansiyel enerjisindeki değişim Görsel 2.10.b'de gösterilmiştir.

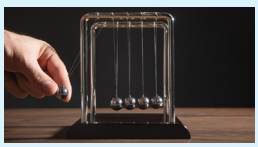


a) Salıncakta sallanan bir kişi b) Enerji dönüşümlerinin gösterimi

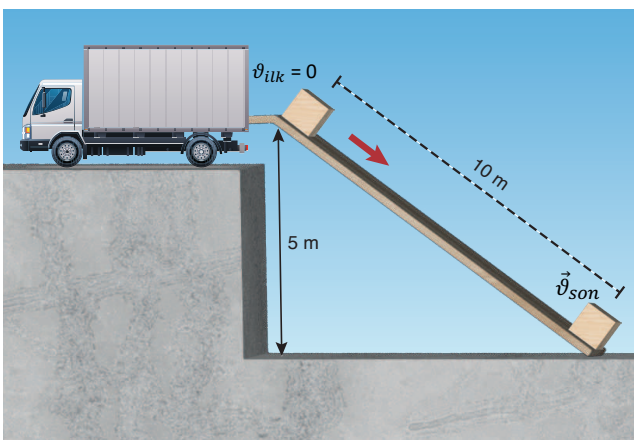
Görsel 2.10: *Mekanik enerji korunumunun gösterimi*

Newton Sarkacı

Düzenekteki ilk metal bilye geriye doğru çekildiğinde bilyenin potansiyel enerjisi artar. Metal bilye serbest bırakıldığında bu potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür. Bilyelerin çarpışması ile kinetik enerji sırayla bir bilyeden diğerine aktarılır. Son bilyeye aktarılan kinetik enerji, bilyeyi hareket ettirerek son bilyenin yükselmesini sağlar. Bu şekilde potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümü ile sürtünmesiz ortamda mekanik enerji korunur.



Örnek



Arkadaşına yardım etmek isteyen Ali, kolilerin arabadan taşınması işini üstlenir. Arabanın kasası ile yüklerin taşınması gereken yatay zeminin arasındaki düşey uzaklık 5 m'dir. Ali, 4 kg kütleli kolileri arabanın kasasından indirmek için şekildeki gibi kasaya 10 m uzunluğunda bir kalas yerleştirir. Bu sayede kolilerin yukarıdan aşağıya kaymasını sağlayarak taşıma işini kolaylaştırır.

Buna göre

a) Sürtünmeler önemsenmediğinde mekanik enerjinin korunumundan yararlanılarak 5 m yükseklikten serbest bırakılan kutuların yatay zemine ulaştığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

b) Kalasın üzerindeki hareketi boyunca kutulara sabit 15 N'lık sürtünme kuvveti etki ettiğinde kutuların yatay zemine ulaştığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız. *($g = 10\ m/s^2$ alınız.)*

Çözüm

a) Mekanik enerjinin korunumuna göre kolinin 5 m yükseklikte sahip olduğu potansiyel enerji yatay zemine ulaştığı andaki kinetik enerjiye eşit olur. Bu durumda

$E_P = E_k$

$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta^2$ yazılır.

Değerler yerine yazıldığında

$4 \cdot 10 \cdot 5 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \vartheta^2$

$\vartheta^2 = 100$

$\vartheta = 10$ m/s bulunur.

b) Sürtünme kuvvetinin yol boyunca yaptığı iş

$W = F \cdot \Delta x = 15 \cdot 10 = 150$ J olarak hesaplanır.

Kolinin 5 m yükseklikte sahip olduğu enerji $E_p = m \cdot g \cdot h = 4 \cdot 10 \cdot 5 = 200$ J ise sürtünme kuvvetinin yaptığı negatif iş dikkate alınarak kolinin yatay zemine ulaştığında sahip olduğu enerji 200 – 150 = 50 J bulunur. Kutunun yatay zemine ulaştığı andaki hızının büyüklüğü

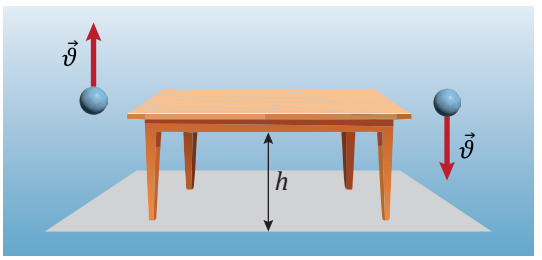
$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta^2$

$50 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \vartheta^2$

$\vartheta^2 = 25$

$\vartheta = 5$ m/s olarak hesaplanır.

2.19. Soru



Şekildeki iki özdeş toptan biri düşey yukarı, diğeri düşey aşağı olarak ϑ büyüklüğündeki ilk hızla masadan atılmaktadır.

Masanın yerden yüksekliği *h* olduğuna göre topların yere çarpma hızlarını karşılaştırınız.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Cevap

2.20. Soru

Görkem'in tatilde en sevdiği etkinlik, kaydıraklı havuzda oynamaktır. 50 kg kütleli Görkem, 5 m yükseklikteki kaydıraktan kaymaktadır.

Görkem'in ilk hızı sıfır olduğuna göre

a) Kaydırakta sürtünme ihmal edildiğinde Görkem'in hızının büyüklüğü kaydırağın A noktasında kaç m/s olur?

b) Kaydırağın sürtünmeli ve Görkem'in A noktasındaki hız büyüklüğünün 5 m/s olması durumunda sistemin mekanik enerjisindeki kayıp kaç J olur?

(g = 10 m/s^2 alınız.)

Cevap

2.21. Soru

Bir sürücü, sürtünmeli bir yolda otomobili ile yokuş aşağı hızlanıyor ve kısa bir mesafe yol aldıktan sonra aracının şekilde gösterildiği O noktasında benzini bitiyor. Sürücü, küçük bir tepenin üzerinden geçerek otomobiliyle aşağıda bulunan bir benzinliğe doğru ilerleyip fren yaparak duruyor ve depoyu benzinle dolduruyor.

Buna göre otomobilin sahip olduğu enerji biçimlerini ve otomobilde gerçekleşen enerji dönüşümlerini açıklayınız.

Cevap

Kontrol Noktası

Mekanik enerjinin bileşenleri aşağıda verilmiştir:

MEKANİK ENERJİ

Potansiyel ve kinetik enerjinin toplamıdır. Sürtünmenin önemsenmediği sistemlerde korunur.

$E_M = E_P + E_K$

KİNETİK ENERJİ

Cisimlerin hareketinden kaynaklanan enerjidir.

Birimi joule olup

$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vartheta^2$ matematiksel modeli ile hesaplanır.

POTANSİYEL ENERJİ

Cisimlerin bulunduğu konumdan kaynaklanan enerjidir. Yer çekimi potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi olarak ikiye ayrılır.

YER ÇEKİMİ POTANSİYEL ENERJİSİ

Cismin bulunduğu yükseklik sayesinde sahip olduğu enerjidir. Birimi joule olup

$E_P = m \cdot g \cdot h$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

ESNEKLİK POTANSİYEL ENERJİSİ

Esnek cisimlerin sıkıştırılması veya gerilmesi sonucunda cisimde depolanan enerjidir. Birimi jouledür.

2.4. ENERJİ KAYNAKLARI

Konuya Başlarken

Sürdürülebilir enerji

Enerji kullanımına yönelik en önemli teknolojik dönüşümler su ve rüzgâr gücünden yararlanılmasıyla başlamıştır. XII. yüzyılda Cezeri, su ve rüzgâr enerjisiyle çalışan çeşitli makineler tasarlayarak enerjinin daha verimli kullanılmasına öncülük etmiştir. Bu makineler, tarımsal üretimde sulama sistemlerini geliştirmiş ve günlük yaşamın kolaylaştırılmasında önemli bir rol oynamıştır. Bu yeni buluşlar ve icatlar insan hayatını kolaylaştırırken aynı zamanda enerji gereksinimini de artırmıştır.

Enerji kaynakları ilk dönemlerde ihtiyaç, sonraki dönemlerde ekonomik zenginlik, günümüzde ise kalkınmanın ölçütlerinden biri hâline gelmiştir. Toplumların kişi başına düşen enerji üretim ve tüketim miktarı sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma noktasında önemli bir göstergedir. Dünyada en hızlı gelişme gösteren enerji biçimi elektrik enerjisidir. Bu bakımdan enerji kaynakları daha çok elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

Bilim insanları neden yeni enerji kaynakları arayışına girmiş olabilirler?

Gelecekte enerji ihtiyacının karşılanması için hangi alternatif çözümler geliştirilebilir?

2.6. Etkinlik

Adı	DÜŞÜN-EŞLEŞ-PAYLAŞ
Amaç	Yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının özelliklerini belirleyebilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Yandaki karekodu kullanarak konu ile ilgili videoyu izleyiniz.

2. Düşün-eşleş-paylaş tekniğini kullanmak amacıyla "Yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının özellikleri nelerdir?" sorusunun cevabı üzerine bireysel olarak düşünmek için öğretmeninizin rehberliğinde 5 dk. süre tutunuz.

3. Öğretmeninizin rehberliğinde ikişerli heterojen gruplar oluşturunuz. Her biriniz bulduğunuz cevabı grup arkadaşınız ile saygı çerçevesinde 5 dk. süreyle tartışınız.

4. Tartışma sonucunda belirlediğiniz özellikleri aşağıdaki tabloya yazınız. Bu özellikleri avantaj/dezavantaj olup olmadığını "X" işareti ile belirleyiniz. Sınıf ortamında cevaplarınızı paylaşarak eksik kalan özellikleri tamamlayınız.

Yenilenebilen Enerji Kaynakları		
Özellikleri	**Avantaj**	**Dezavantaj**

Yenilenemeyen Enerji Kaynakları		
Özellikleri	**Avantaj**	**Dezavantaj**

Değerlendirme

1. Enerji kaynaklarının özelliklerini sürdürülebilirlik açısından değerlendiriniz. Günlük hayattan örnekler vererek düşüncenizi destekleyiniz.

2. Biri kömür diğeri güneş enerjisiyle ısınan iki konut için bu enerji kaynaklarının özelliklerini ekonomiye katkısı ve çevreye etkisi bakımından karşılaştırınız.

Sürdürülebilir Enerji

Doğanın dengesini koruyan, çevreye zarar vermeyen, yenilenebilen kaynaklardan elde edilen enerjidir.

Enerji, hayatın her alanı için vazgeçilmez bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç, yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile sağlanır. **Yenilenemeyen enerji kaynakları**, tükenme hızı oluşum hızına göre çok fazla olan ancak sürdürülebilirliği olmayan fosil (mineral) yakıtlar ve nükleer enerjidir.

Sürekli devam eden doğal süreçlerdeki enerji akışından elde edilen, yenilenemeyen kaynaklara göre daha az kirletici madde salınımına neden olan enerji kaynaklarına **yenilenebilen enerji kaynakları** denir. Bu kaynaklar güneş, rüzgâr, hidrojen, dalga ve biyokütle enerjileri ile hidrolik ve jeotermal enerjilerdir.

Yenilenebilen enerji kaynakları; yerli kaynak kullanımı ile enerjide dışa bağımlılığı azaltan, ülke ekonomisini güçlendiren ve ülkenin enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik enerji kaynaklardır.

Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları nükleer enerji ve yer altı zenginlikleri olan fosil yakıtlardır. Bu kaynaklar endüstri için önemli enerji kaynakları olarak görülse de gerekli tedbirler alınmadığında çevreye zarar verebilir.

Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtlar, organik maddelerin yer altında basınç ve sıcaklığa maruz kalmasıyla oluşur. Doğada oluşan fosil yakıtlar katı, sıvı ya da gaz hâlinde bulunabilir. Karbon içerikleri yoğun olan ve yer altından çıkarılan fosil yakıtlar termik santrallerde yakılarak açığa çıkan kimyasal enerji ısıya dönüştürülür. Bu ısı ile oluşan yüksek basınçlı buharın türbinleri döndürmesi ile jeneratörlerden elektrik enerjisi elde edilir.

Fosil yakıtlar yakıldığında atmosfere karbondioksit salınır.Bunun sonucunda ortaya çıkan sülfat, nitrojen gibi tehlikeli atıkların su yollarına karışması durumunda çevre kirlenir. Bu durum ekolojik dengenin bozulmasına, canlıların solunum zorluğu yaşayarak sağlıklarının olumsuz yönde etkilenmesine ve yaşam alanlarının zarar görmesine yol açar.

Bu etkilerin oluşmasına neden olan fosil yakıtlar kolaylıkla depolanıp gerektiğinde enerji üretmek için kullanılabilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle dünya genelinde en fazla kullanılan enerji kaynaklarıdır.

İklim kriziyle mücadele devam ederken bir yandan da yer altındaki fosil yakıt rezervlerini keşfetme ve kullanma çalışmaları sürdürülmektedir. Bu çerçevede Türkiye'nin enerji alanındaki en önemli girişimlerinden biri, Fatih sondaj gemisi (Görsel 2.11) ile yürütülen petrol ve doğal gaz arama faaliyetleridir. Türkiye'nin ilk derin deniz sondaj gemisi olan Fatih, enerji bağımsızlığına katkı sağlamayı ve ülke ekonomisini güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %57,7'si fosil yakıtlardan sağlanmaktadır.

Görsel 2.11: *Fatih sondaj gemisi*

Kömür, fosil yakıtlar içinde en yüksek karbon seviyesine sahip enerji kaynağıdır. Elektrik santrallerinde yanmasının kolaylığı nedeniyle sıkça tercih edilir. Kömür, ısının etkisiyle kok kömürü hâline getirilerek özellikle demir çelik sanayisinde birçok metalin üretiminde kullanılır.

Petrol, atmosferik basınç ve sıcaklık koşullarında sıvı hâlde bulunan hidrokarbon karışımıdır. Rafine edilmemiş sıvı hâldeki ham petrol işlenerek benzin, mazot, yağ yakıt (fuel-oil), LPG [liquefied petroleum gas/likü̈fayd petroliyım gas (sıvılaştırılmış petrol gazı)], gaz yağı, asfalt, katran, plastik gibi petrokimyasal ürünler elde edilir. Petrol, dünyadaki toplam enerji tüketiminde en yüksek paya sahiptir. Elektrik üretiminden taşımacılığa kadar petrolün oldukça yaygın bir kullanım alanı vardır. Türkiye'de sondaj gemileri, petrol kaynaklarına ulaşım sağlayarak ülke ekonomisine büyük oranda katkı sunar.

Doğal gaz; yanıcı, havadan hafif, renksiz ve kokusuzdur. Metan, etan, propan gibi hidrokarbonlar ile karbondioksit, azot, helyum ve hidrojen sülfürden oluşur. Doğal gaz, yer altında bağımsız olarak veya petrol kaynakları ile aynı alanda bulunabilir. Fosil yakıtlar arasında en temizi olup sanayi tesislerinde, hizmet sektöründe ve konutlarda kullanılır. Doğada belirli bir miktarda bulunur. Doğal gaz, doğanın yeniden oluşturabileceğinden daha hızlı tükendiği için yenilenemeyen bir enerji kaynağı olarak nitelendirilir.

Nükleer Enerji

Ağır atom çekirdeklerinin parçalanarak hafif atom çekirdeklerine dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjiye **nükleer enerji** denir. Nükleer enerji genellikle uranyum çekirdeğinin baryum ve kripton çekirdeklerine bölünmesiyle elde edilir. Nükleer enerjinin kontrollü bir şekilde açığa çıkarılması 1942'de Enrico Fermi (Enriko Fermi) öncülüğünde kurulan reaktörde gerçekleştirilmiştir.

Çekirdek bölünmesi sonucunda madde, kütlesinin çok küçük bir kısmını kaybeder. Kayıp kütle, ısı ve yüksek enerjili elektromanyetik ışınım olarak enerjiye dönüşür. Nükleer santrallerde bu enerji ile elde edilen su buharı türbinleri döndürerek elektrik üretir.

Enrico Fermi

Enrico Fermi 1901-1954 yılları arasında yaşamış, İtalyan, deneysel ve teorik fizikçidir. İlk nükleer reaktörün geliştirilmesi, Kuantum Teorisi, nükleer ve parçacık fiziği alanlarında çalışmalar yapmıştır. Çalışmaları ile 1938 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü almıştır.

Görsel 2.12: *Nükleer enerji santrali*

1970'li yılların başındaki petrol krizi, toplum ve sanayideki yüksek enerji talebi, enerji kaynaklarının rezerv ve verimleri; yüksek teknoloji gerektiren nükleer santrallerin kurulumunu hızlandırmıştır. 1 kg kömürden 3 kWh, 1 kg petrolden 4,5 kWh elektrik elde edilmekte iken 1 kg uranyumdan 50.000 kWh elektrik enerjisi elde edilebilmesi de nükleer enerjiye yönelimde çok önemli bir etkendir.

Görsel 2.12'de bir örneği görülen nükleer santraller, işletimleri sırasında hiçbir sera gazı emisyonuna neden olmadıklarından havayı en az kirleten santrallerdir. Bu yönüyle iklim krizi ile mücadelede yararlı olacakları düşünülmektedir. Nükleer santrallerin radyoaktif atıklarının denetim altında tutulup doğru şekilde saklanması da çevre açısından oldukça önemlidir. Artan enerji ihtiyacını karşılamak için Türkiye'nin Mersin ilinde Akkuyu Nükleer Santrali'nin inşasına başlanmıştır. Bu santralin Türkiye'nin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayacağı ve enerji güvenliğini artıracağı öngörülmektedir.

Nükleer santrallerin birim elektrik üretimi başına kurulum alanı, diğer tüm santrallere göre oldukça küçüktür. Bu yönüyle nükleer santrallerin doğal hayat, tarım ve yerleşime etkisi diğer santrallere göre daha azdır. Üretimin meteorolojik şartlardan etkilenmemesi, nükleer yakıt maliyetinin toplam maliyet içinde çok düşük olması ve yüksek istihdam imkânları sunması nükleer santrallerin avantajları arasındadır. Bugün dünyadaki elektrik arzının yaklaşık %10'u nükleer santraller tarafından karşılanır.

Temmuz 2023 itibarıyla 31 ülkede toplam 410 nükleer santral bulunmaktadır. 2030 yılına kadar aralarında petrol zengini olanların da bulunduğu birçok ülkede 164 yeni nükleer santral kurulması planlanmaktadır.

Yenilenebilen Enerji Kaynakları

İnsan ömrüne göre kısa sürede yerine konulabilen enerjilere yenilenebilen enerji, bunların elde edildiği kaynaklara da yenilenebilen enerji kaynakları denir. Fosil yakıtların aksine, yenilenebilen enerji kaynakları çevreye daha az zarar verir ve sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir alternatif sunar.

Yenilenebilen enerji kaynaklarının önem kazanmasında kaynak kullanımını sağlayan ilgili teknolojilerin çevre dostu, enerji kaynaklarının sınırsız olması ve Kyoto (Kiyoto) Protokolü gibi uluslararası çevre sözleşmeleri etkili olmuştur. Yenilenebilen enerji kaynaklarının teknolojik sorunlarının çözülerek maliyetlerinin düşürülmesi durumunda yüzyılın en önemli enerji kaynakları olacağı düşünülmektedir. Bu kaynakların başlıcaları güneş, rüzgâr, biyokütle, dalga ve hidrojen enerjileri ile jeotermal ve hidrolik enerjilerdir.

Kyoto Protokolü

1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde imzalanarak 2005 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçası olarak kabul edilen uluslararası bir anlaşmadır. Bu protokolün temel hedefi, küresel ısınmayı sınırlamak ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için sera gazı emisyonlarını azaltmaktır.

Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, akan suyun potansiyel ve kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilen yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Barajlar, enerji üretimi için önemli bir kaynaktır. Barajlarda biriktirilen suyun sahip olduğu enerji, türbinleri döndürmek için kullanılır. Dönen türbinler, bağlı olduğu jeneratörlerle mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Türkiye'de birçok baraj bulunmaktadır.

Barajlar doğal çevre ve sosyoekonomik yapı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Barajlar tarım arazilerinin su altında kalması, ekosistemlerin değişmesi, yerleşim yerlerinin taşınması gibi etkilerin yanı sıra enerji üretimi, su temini ve taşkın kontrolü gibi ekonomik faydalar da sağlar.

Elektrik enerjisinin doğrudan depolanması zor olduğundan üretim sürekli olarak tüketim talebine göre ayarlanmak zorundadır.

Hidrolik enerji kaynakları, Türkiye'deki yenilenebilen enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir.

Hidroelektrik santrallerinin (HES) kuruluş maliyetlerinin yüksek ancak işletme maliyetlerinin düşük olması, teknik ömürlerinin çok uzun olması ve dışa bağımlılığı azaltması en büyük avantajlarındandır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %19,6'sı hidrolik enerjiden sağlanır. Bu enerji kaynağının önemli örneklerinden biri, 275 metre yüksekliğiyle Türkiye'nin en yüksek barajı olan ve Artvin ilinin Yusufeli ilçesinde yer alan Yusufeli Barajı'dır (Görsel 2.13).

Görsel 2.13: *Yusufeli Barajı*

Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, rüzgârın kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Rüzgâr türbinleri ile rüzgârın kinetik enerjisi önce dönme kinetik enerjisine daha sonra elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgârdan elde edilen enerji, rüzgârın o anki hızına ve etki süresine bağlıdır.

Rüzgârdan elektrik üretim uygulamalarının ilk yatırım maliyeti, bugün güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeydedir. Ayrıca bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olması, tercih edilmesinde önemli bir etmendir. Rüzgâr; çevre dostu, sürekli yenilenen, yerel elektrik üretimi için kullanılabilen, temiz bir enerji kaynağıdır.

Rüzgâr türbinlerinin dezavantajları arasında çok fazla yer işgal etmesi, kuş ölümlerine yol açması, çevredeki elektromanyetik dalgayı etkilemesi ve gürültü kirliliğine yol açması sayılabilir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %10,4'ü rüzgâr enerjisinden sağlanmaktadır. Görsel 2.14'te gösterilen İzmir'in Aliağa ilçesindeki rüzgar türbinleri, bu enerji kaynağının kullanımına örnek olarak verilebilir.

Görsel 2.14: *İzmir Aliağa'da yer alan rüzgâr türbinleri*

Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneş ışınlarının taşıdığı enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Güneş panelleri, bu dönüşümü gerçekleştirmek için kullanılan temel teknolojidir.

▲
Görsel 2.15: *Çatı güneş panelleri*

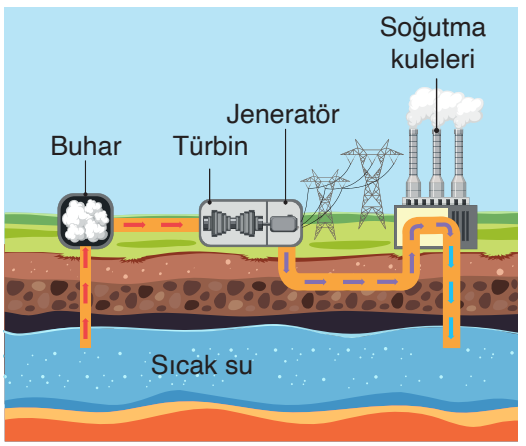
Güneş, sürekli ve çok büyük miktarda enerji yayar. Güneş enerjisi ısı, ışık ve elektriğe dönüştürülerek kullanılır. Güneş ışığından elektrik elde etmek için fotovoltaik sistem adı verilen ve Görsel 2.15'te örneği verilen güneş panellerinden yararlanılır. Bu sistemler çok yer kaplar ancak çevreyi kirletmez. Ayrıca güneş panelleri, ulaşılması güç bölgeler için enerji sorununa karşı bir çözümdür.

Dünyada yaşanan petrol krizi, fosil yakıtların tükeneceği endişesi ve çevreyi korumanın gerekliliği; güneş enerjisine verilen önemi artırmıştır. Bugün bilim insanları nanoteknoloji ile ince, katlanabilen ve maliyeti düşük güneş panelleri üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %5,7'si güneş enerjisinden sağlanmaktadır.

Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer altının derinliklerinde bulunan yüksek sıcaklığın oluşturduğu ısının elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Jeotermal enerji; maliyeti düşük, hava koşullarından bağımsız ve bölgesel olan, dışa bağımlılığı azaltan ve doğru kullanıldığında çevre dostu bir kaynaktır. Bununla birlikte termal suyun aşındırıcı etkisi ile yıpranan boru ve pompa gibi donanımların sık sık yenilenmesi gerekir.



▲
Şekil 2.15: *Jeotermal enerji santrali şeması*

Yer altında bulunan yüksek sıcaklık ile ısınan yer altı suları, yer kabuğunun çatlaklarından ilerleyerek jeotermal saha adı verilen alanlardan su ve buhar olarak yeryüzüne çıkar. Jeotermal enerji ile Şekil 2.15'te şeması verilen jeotermal enerji santrallerinde elektrik üretilir. Ayrıca tarım, kurutma, ısıtma, turizm, balıkçılık gibi alanlarda jeotermal enerjiden yararlanılır. Örneğin dünyada çevre kirliliğinin en az olduğu ülkelerin başında gelen İzlanda'da binaların %95'i jeotermal enerji ile ısıtılır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %3,4'ü jeotermal enerjiden sağlanmaktadır.

Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, hayvansal ve bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri gibi organik maddelerden elde edilir. Bu atıklar ve maddeler bir döngü içerisinde olduklarından sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilir.

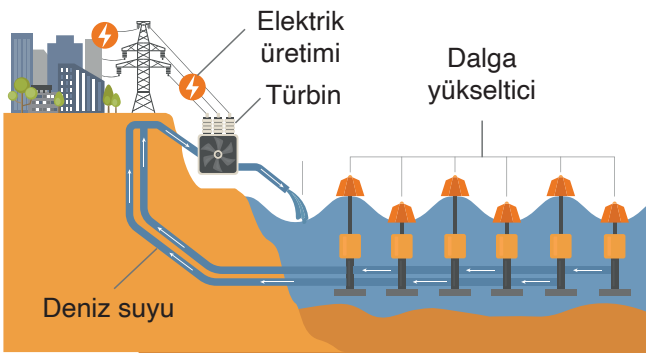
Görsel 2.16: *Biyogaz tesisi*

Biyokütle enerjisi, birçok bölgede yerel olarak üretilebildiğinden enerjide dışa bağımlılığı azaltır. Biyokütle enerjisi üretmek için biyokütle tarımı adı altında mısır, şeker kamışı, kavak gibi kısa sürede yetişen bitkiler tercih edilir ve üretim biyogaz tesislerinde yapılır *(Görsel 2.16)*. Bu tesislerde atıkların oksijensiz ortamda karbondioksit ve metan gazına dönüştürülmesi sonucu biyogaz elde edilir. Isı, elektrik ve kimyasal madde üretimi gibi alanlarda kullanılan biyogaz, üretimi esnasında tarımsal ve ormansal atıkların değerlendirilmesi bakımından atık yönetimine katkı sağlar. Bununla birlikte biyokütle enerjisi üretiminin artması, arazi kullanımı ve doğal yaşam alanları üzerinde baskı oluşturabilir. Doğru şekilde kullanılmadığında sera gazı salımını ve hava kirliliğini artırabilir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %2,14'ü biyokütle enerjisinden sağlanmaktadır.

Dalga Enerjisi

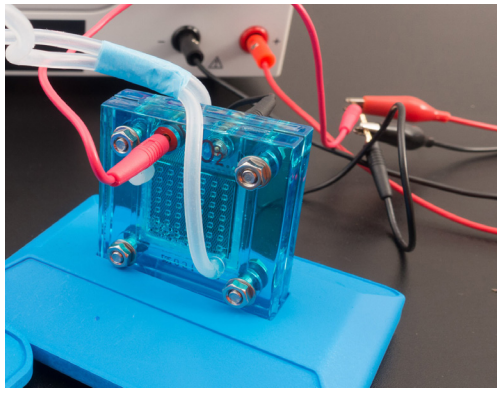
Dalga enerjisi, okyanus ya da deniz dalgalarının kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Dünya yüzeyinin 2/3'ünü kaplayan okyanuslarda bulunan akıntı, gelgit, dalga gibi zengin kaynaklar yenilenebilir özelliktedir. Bu kaynaklardan çevre kirliliğine neden olmadan Şekil 2.16'da çeşitlerinden biri verilen türbinler yardımıyla elektrik elde edilebilir. Dalga enerjisi toplu konutlar, tatil köyleri ve endüstri kuruluşlarına düşük maliyetli enerji sağlamak amacıyla kullanılır.



Şekil 2.16: *Türbinler yardımıyla dalga enerjisinden elektrik elde edilmesini gösteren şema*

Önce Avrupa'da, sonra da Asya ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve Türkiye için de temiz enerji seçeneklerinden biri olan dalga enerjisi; yatırım ve bakım giderlerinden başka masrafı olmayan, verimli, çevreci ve büyük potansiyele sahip bir enerji kaynağıdır. Deniz ekosistemine zarar verebilecek ve deniz trafiğini engelleyebilecek nitelikte olması dalga santrallerinin dezavantajları arasındadır.

Hidrojen Enerjisi



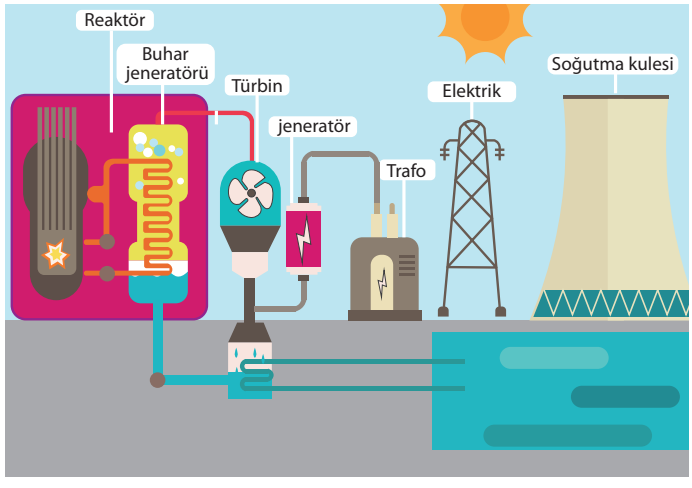
Görsel 2.17: *Hidrojen yakıt hücresi*

Hidrojen enerjisi, hidrojenin kimyasal enerjisinin elektrik veya ısıya dönüştürülmesi ile edilir.

Üretiminin zorluğu nedeni ile henüz çok yaygın olmayan fakat sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan bir enerji türüdür. Sadece hidrojen yakıt hücreleri sayesinde kimyasal tepkimeler ile elektrik üretir. Görsel 2.17'de bir örneği görülen hidrojen yakıt hücreleri, nanoparçacıklar yardımıyla havayı temizlerken yakıt üreten ve gücünü ışıktan alan bir jeneratördür. Bu enerjinin yaygınlaşması için hidrojenin yüksek yoğunlukta ve güvenli bir şekilde depolanması gerekir. Bu da birçok açıdan zor ve maliyetli bir iştir.

Yakıt olarak çeşitli kullanım alanları olan hidrojen enerjisi, çevreye fosil yakıtlarınki kadar zararlı madde salımı yapmamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ile kullanımının yaygınlaşacağı düşünülen, potansiyeli yüksek, temiz bir enerji kaynağıdır.

Örnek



Şekilde bir nükleer santralin basit şeması verilmiştir. Atom çekirdeklerinin bölünmesiyle ortaya çıkan enerji, nükleer santrallerde elektrik elde etmek için kullanılır. Bütün nükleer santrallerde genel olarak reaktör, buhar jeneratörü ve türbin vardır. Reaktör, nükleer tepkimenin gerçekleştiği ekipmandır. Buradaki çekirdek tepkimelerinin hızı, bir dizi işlemle kontrol altında tutulur. Buhar jeneratörü reaktörden aldığı ısıyı bir su kaynağına aktarır. Su, yüksek basınçlı buhara dönüştürülür ve jeneratör ile elektrik enerjisi elde edilir.

Metinden ve görselden yararlanarak nükleer enerjinin özelliklerini yazınız.

Çözüm

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin bölünmesi ile ortaya çıkan enerjidir. Bu enerji, ısı olarak açığa çıkar ve nükleer santrallerde kontrol altında tutularak elektrik enerjisine dönüştürülür. Nükleer santrallerin genellikle su kaynaklarının kenarlarına kurulmasının nedeni görselden anlaşıldığı gibi ısınan suyun tekrar soğutulmasına ihtiyaç duyulmasıdır. Su kaynakları, ısınan suyu soğutma görevini üstlenir.

Örnek

Aşağıda enerji kaynakları ile ilgili numaralandırılmış görseller verilmiştir.

Görsel 1

Görsel 2

Görselleri inceleyerek görsellerin yenilenebilen ya da yenilenemeyen enerji kaynaklarından hangisiyle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Bu kaynakların özelliklerini görsellerin altında boş bırakılan yerlere yazınız.

Çözüm

Görsel 1, yenilenemeyen enerji kaynaklarından petrolle çalışan arabanın yakıt almasını göstermektedir. Petrol, ülkelerin yer altı zenginliklerindendir ancak tükenen, çevreyi kirleten, çıkarılması için madencilik işlemleri gerektiren bir kaynaktır.

Görsel 2, yenilenebilen enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi ile çalışan panelleri göstermektedir. Güneş; enerjisi tükenmeyen, çevre dostu olan, enerjide dışa bağımlılığı azaltan ancak hava şartlarına göre enerji üretiminde değişkenlikler gösteren bir kaynaktır.

2.22. Soru

Yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilgili bazı özellikler tabloda verilmiştir.

Bu özelliklerin hangi enerji kaynağına ait olduğunu tabloda "X" işareti ile belirtiniz.

	Yenilebilen Enerji Kaynakları	Yenilemeyen Enerji Kaynakları
1. Oluşmasına göre tüketilmesi çok daha hızlı gerçekleşir.		
2. Çevreyi kirletmez ve atmosferde büyük ölçüde sera etkisi oluşturmaz.		
3. Kullanılan kaynak sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır.		
4. Kolayca depolanıp gerektiğinde kullanılabilir.		
5. Dışa bağımlılığı azaltır.		
6. Hava koşullarından etkilenmez.		

2.23. Soru

Türkiye'de ve dünyadaki enerji kaynaklarının kullanım dağılımını gösteren tablo aşağıdaki gibi verilmektedir. Türkiye, dünya ortalamasının yaklaşık iki katı doğal gaz kullanmakta ve elektrik üretiminin nerdeyse yarısını doğal gaz ile yapmaktadır. Türkiye Yüzyılı vizyonu çerçevesinde enerji güvenliğinin sağlanması ve ekonomik bağımsızlığın artırılması, kritik hedefler arasındadır. Nükleer enerji, bu hedeflere ulaşmada stratejik bir rol oynayabilir.

Kaynaklar	Dünya	Türkiye
Doğal Gaz	%21,3	%44
Kömür	%41,0	%25,4
Hidrolik	%15,9	%24,8
Nükleer	%13,5	%0
Jeotermal ve Güneş	%2,8	%4
Akaryakıt ve Diğer	%5,5	%1,7

Tabloyu inceleyerek Türkiye'de neden nükleer enerjiye ihtiyaç duyulabileceğini açıklayınız.

Cevap

2.7. Etkinlik

Adı	ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI
Amaç	Enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik konularında değerlendirebilme
Süre	30 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda "Öğrenme Günlüğü"nü doldurunuz. Etkinlik, öğretmeniniz tarafından "Grup Değerlendirme Formu" ile değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde A ve B olmak üzere iki grup oluşturunuz.
2. Enerji kaynaklarının çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik açısından avantaj ve dezavantajlarını belirleyiniz. Bu avantaj ve dezavantajları küresel ısınma bağlamında kendi grubunuzda tartışınız.
3. A grubu olarak konu ile ilgili sorulacak soruları, B grubu olarak soruların olası cevaplarını hazırlayınız.
4. Süre sonunda A grubu olarak hazırladığınız soruları B grubuna yönelterek soru-cevap etkinliğini gerçekleştiriniz.
5. Soru ve cevap grupları olarak kendi aranızda yer değiştirerek etkinliği tekrar gerçekleştiriniz.
6. Etkinlik süresince grup arkadaşlarınızın sözünü kesmeyiniz. Tartışırken nezaket kurallarına uyunuz ve arkadaşlarınıza destek olunuz.

Değerlendirme

1. Türkiye'nin enerji kaynaklarını kullanımı, enerji üretimi ve enerji kaynaklarının çevreye etkilerine yönelik çalışmaları hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

2. Yaşadığınız bölge için en uygun enerji kaynağı ne olabilir? Bu enerji kaynağını çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik bağlamında değerlendiriniz.

3. Siz dünyanın geleceği için hangi enerji kaynağını tercih ederdiniz? Açıklayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Grup Değerlendirme Formu"na ulaşabilirsiniz.

ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ	
Adı:	Tarih:
Soyadı:	
Numarası:	
Etkinlikte Öğrendiklerim ve Düşündüklerim	
Etkinlikte Beni Meraklandıran Detaylar	
Etkinlikte Karşılaştığım Zorluklar ve Bu Zorluklarla Başa Çıkmak İçin Yaptıklarım	

Yeşil Enerji

Enerji tüketimini belirli bir ölçüt üzerinden sınıflandırarak tüketiciyi ürünlerin çevresel etkileri hakkında bilgilendiren etiketleme sistemidir. Koyu yeşil renk, ilgili ürünün daha az enerji harcadığını gösterir. Bu etiketler; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, karbon ayak izi gibi faktörlere göre ürünleri derecelendirir.

Ülkeler, enerji kaynakları konusunda farklı zenginliklere sahiptir. Bu durum, ülkeler arasında enerji nakil hatlarının kurulmasına neden olur. Bu da çevresel ve toplumsal bazı sorunları beraberinde getirir. Güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik gibi yenilenebilen temiz enerji kaynakları bir ülkenin yerli kaynaklarıdır. Bu doğal kaynaklar, bulunulan coğrafyanın özelliklerinden doğrudan etkilenir. Enerjide dışa bağımlılığı azaltan yeşil enerji etiketine sahip temiz enerji kaynaklarını bilinçli ve tasarruflu kullanmak, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlar.

Türkiye'de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca temiz enerji projeleri hayata geçirilmektedir. Projelerle Türkiye'de güneş ve rüzgâr enerjisi alanlarında yerli enerji teknolojilerinin geliştirilmesi, temiz enerji sektöründe nitelikli eleman yetiştirilmesi, iklim değişikliği ile mücadele edilmesi ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) Modeli Yönetmeliği 2016 yılında yürürlüğe girmiştir. YEKA yenilenebilir enerji projeleri, devlet desteği ve özel sektör yatırımıyla gerçekleştirilen yenilenebilir enerji projeleridir. Bu sayede güneş enerji santralleri (GES) ve rüzgâr enerji santrallerinin (RES) kurulması sağlanmaktadır.

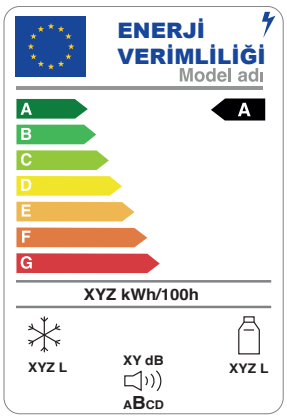
Enerji kaynaklarının sınırlı olması ve küresel ısınma gibi çevresel problemler göz önüne alındığında enerji tasarrufu kritik önem taşır. Bu nedenle yaşam alanlarında uygulanabilecek bazı önlemler mevcuttur. Bu önlemler ile enerji tüketimini önemli ölçüde azaltmak ve daha sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunmak mümkündür. Bunlardan biri yeşil enerji etiketine sahip ürünleri kullanmaktır. Enerji tasarrufu için alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

a) Cihazların Kullanımı

Evlerde ve iş yerlerinde bekleme konumunda tutulan cihazlar, sızıntı hâlinde de olsa enerji harcar. Bu cihazlar "vampir cihaz" olarak adlandırılır. Televizyonların kumandadan kapatılmaları, bilgisayarların uyku modunda bırakılmaları, açık kalan modemler, şarjı dolmuş ama fişten çekilmemiş cihazlar vampir cihazlara örnek gösterilebilir. Toplam çalışma saatleri ve sayıları dikkate alındığında vampir cihazların hem aile bütçesine hem de ülke ekonomisine zararı vardır. Bu zararı en aza indirmek için cihazlar şarj olduğunda fişlerini prizden çekmek ve cihaz satın alırken güç etiketlerine dikkat etmek, sorumlu vatandaş davranışlarındandır.

b) Enerji Etiketleri

Elektrikli ürün satın alırken enerji sınıfına dikkat etmek, tasarruf etmenin en etkili yöntemlerinden biridir. Enerji sınıfı etiketleri, bir ürünün enerji verimliliği konusunda tüketiciye bilgi verir. Enerji sınıfları Görsel 2.18'de görülen enerji etiketinde olduğu gibi harflerle ifade edilir. En yüksek verim A harfi ile gösterilir. A harfinden G harfine doğru gidildikçe enerji verimliliği azalırken enerji tüketimi artar. Etiketlerde çamaşır, kurutma ve bulaşık makineleri için 100 çalışma döngüsünde; buzdolabı için 100 günde ve televizyonlar için 1000 saatte tüketilen enerji gösterilir. Bulaşık ve çamaşır makinelerinde enerji etiketleri elektrik tüketiminin yanı sıra su tüketimi açısından da alıcılara fikir verir.

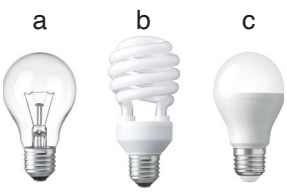


Görsel 2.18: *Enerji etiketi*

c) Enerji Verimli Lambalar

Görsel 2.19'da aydınlatma için kullanılan lamba çeşitleri gösterilmektedir. Kullanılan lambaların seçiminde bilinçli olmak enerji tasarrufu açısından oldukça önemlidir. Akkor ampuller, elektrik akımının çoğunu ısı olarak kaybettiğinden verimsizdir. Tasarruflu lamba (CFL) olarak bilinen floresan lambalar cıva buharı, argon gibi gazlarla ışık üretir. LED lambalar yarı iletkenler kullanılarak hemen ışık yayacak şekilde tasarlanmıştır. Aynı parlaklığı sağlamak için 50 W'lık akkor ampul yerine 6 W'lık LED lamba kullanılması arasında önemli farklılıklar vardır. LED lambalar; düşük enerji harcamasının yanı sıra uzun kullanım süresi, düşük karbon emisyonu, ısı kaybının az olması, cıva ve diğer toksik maddeleri içermemesi ile diğer lambalardan üstündür.

Enerjiyi israf etmemek ve bilinçli kullanmak, vatandaşlık görevlerindendir. Bu amaçla geliştirilen tasarruf tekniklerini uygulamak, sürdürülebilir bir çevre için göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir.



Görsel 2.19: *Lamba çeşitleri a) Akkor b) Tasarruflu c) LED*

Örnek

Su buharı, karbondioksit, metan gibi gazlar başlıca sera gazlarıdır. Bu gazların miktarı arttıkça yeryüzü daha fazla ısınmaktadır. Isınma, aydınlatma, ulaşım, endüstriyel süreçler gibi insan faaliyetleri doğrudan ya da dolaylı olarak sera gazı salımına neden olmaktadır. Bir kişinin, ülkenin veya kuruluşun sürdürdüğü faaliyetler sonucu atmosfere saldığı sera gazlarının karbondioksit cinsinden karşılığına "karbon ayak izi" denir.

Buna göre bir ülkenin karbon ayak izini azaltmak için hangi önlemler alınabilir? Açıklayınız.

Çözüm

Karbon ayak izini azaltmak için öncelikle toplumda tasarruf bilinci geliştirilmelidir. Bunun için ülkenin vatandaşları ulaşımda bisiklet veya toplu taşıma araçlarını kullanmak, ürün seçiminde enerji sarfiyatı az olanları tercih etmek, geri dönüşüme ve çevre temizliğine dikkat etmek gibi konular üzerinde duyarlılık kazanmalıdır. Bir ülke, çevre dostu olup temiz enerji kaynaklarına yatırım yaparsa karbon ayak izini azaltabilir.

2.24. Soru

Camdan yapılmış çiçek seralarında "sıcaklık etkisini artırıcı etki" olarak adlandırılan "sera etkisi" iki temele dayanır: cisimlerin sıcaklıkları ile doğru orantılı olarak ışıma enerjisi yayması ve hava, cam gibi maddelerin saydamlığının ışıma dalga boyuna bağlı olması. Hava, normal şartlar altında görünür ışık ve kızılötesi ışığa karşı saydamdır. Bununla birlikte havanın yapısında aşırı su buharı ve karbondioksitin bulunduğu durumlarda sadece görünür ışık için saydamlık gösterirken kızılötesi ışık için opak (saydam olmayan) madde gibi davranarak bu ışığı geçirmez. Aynı etki, Güneş ışımasına karşı saydam olan yerküre atmosferinde de geçerlidir. Yerküre, Güneş'ten gelen ışıma enerjisini soğurur ve bu enerjinin bir kısmını geri yansıtır. Atmosferdeki su buharı ve karbondioksit, yansıtılan ışımaların büyük kısmını soğurur ve yerküreye geri gönderir. Bu durum, yerkürenin aşırı soğumasını engeller. İnsan kaynaklı kullanımlar sonucunda karbondioksit oranının artması ile sera gazı dengesinin bozulması, fazla ısınmaya ve çevresel sorunlara yol açmaktadır. Yerkürenin sıcaklığının giderek artması buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine, okyanusların ısınmasına, iklim değişikliğine ve canlı türlerinin yok olmasına neden olmaktadır. Bilim insanları Dünya'nın geleceğinin kesinlikle şansa bırakılamayacağı, acil önlemler alınması gerektiği konusunda devletleri her platformda uyarmaktadır.

Bu metne göre yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevreye olan etkisini küresel ısınma bağlamında değerlendiriniz.

Cevap

2.25. Soru

Aşağıda enerji kaynaklarının karşılaştırılması ile ilgili bir tablo verilmiştir.

Tablodaki enerji kaynaklarını "Etkiler" sütunundaki konularla ilişkilendiriniz. Enerji kaynaklarının bu konularla ilgili etkilerinin olup olmadığını değerlendirerek "Var" (✓) ya da "Yok" (X) şeklinde tabloya yazınız.

	Yenilenebilen Enerji Kaynakları							Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	
Etkiler	Güneş	Hidrolik	Rüzgâr	Jeotermal	Biyokütle	Hidrojen	Dalga	Fosil Yakıtlar	Nükleer Enerji
İklim Değişikliği									
Sera Gazı									
Su Kirliliği									
Toprak Kirliliği									
Gürültü									
İstihdam									
Teknoloji									

Performans Görevi

Adı	ENERJİ SINIFI ETİKETİ
Beklenen Performans	Millî servet bilinci, sürdürülebilirlik, küresel ısınma ve tasarruf konularında broşür, poster, afiş vb. hazırlama ve sunma
Süre	1 hafta
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin etkileri arttıkça başta elektrik tüketimi olmak üzere birçok konuda düzenleyici çalışmalar yapılmaktadır. Enerji sınıfı etiketleri de bu çevre dostu çalışmalar kapsamında yer almaktadır. Ürünlerin çevreye etkisinin yanı sıra etiketlerine dikkat etmek, ekonomik anlamda da tasarruf yapmayı mümkün kılar. Sizler de elektrikli cihaz alınırken dikkat edilmesi gereken hususlar ile ilgili broşür, poster, afiş vb. hazırlayarak çalışmalarınızı sınıf arkadaşlarınıza ve ailenize sununuz.

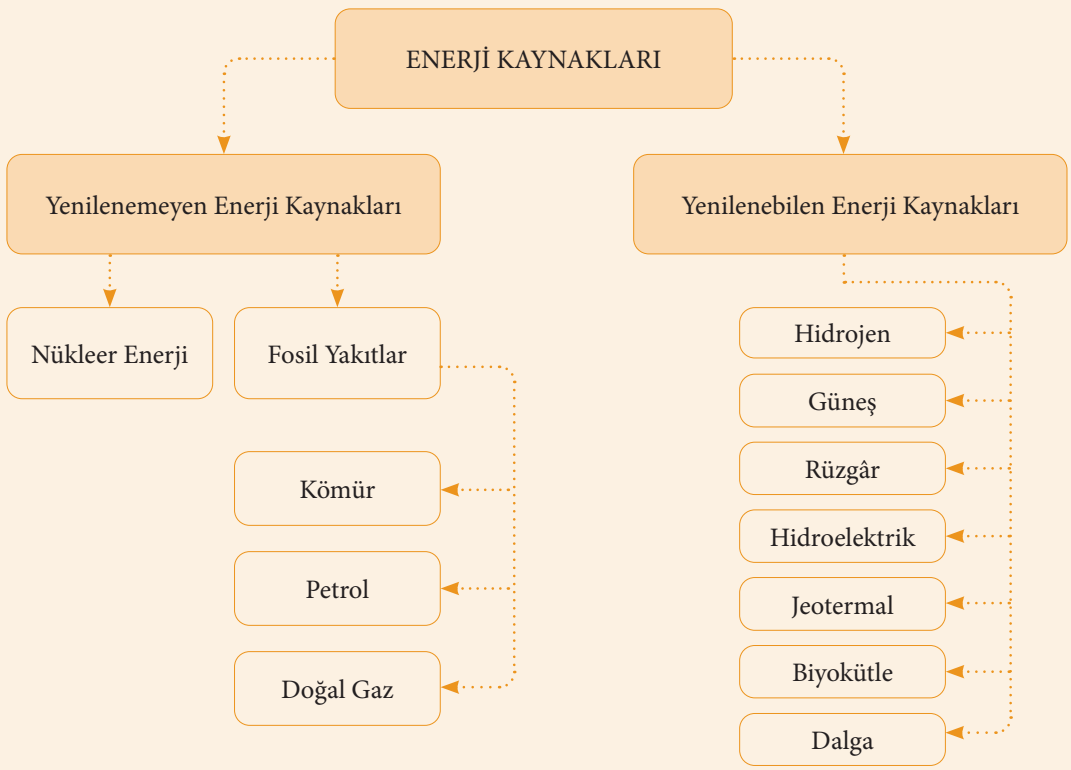
Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- En az beş adet elektrikli cihaz için enerji sınıfı etiketlerini araştırınız.
- Cihazların günlük ortalama tüketim maliyetlerini hesaplayınız.
- Araştırmada millî servet bilinci, sürdürülebilirlik, küresel ısınma ve tasarruf konularına yer veriniz.
- Performans görevinizi yaparken yararlandığınız kaynakları kaynakçaya ekleyiniz.
- Hazırlayacağınız poster, broşür ve afişi dikkat çekici görsel ögelerle zenginleştiriniz. Kullanacağınız görsellerin içerikle uyumlu olmasına dikkat ediniz.

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir. Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası

Yenilenemeyen ve yenilenebilen enerji kaynakları ile bu kaynakların özellikleri aşağıda verilmiştir:



Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Avantajları

- Doğada, işletilmeye ve kullanılmaya hazır hâldedir.
- Fosil yakıtlardan üretilen elektriğin maliyeti düşüktür.
- Nükleer enerjinin sera gazı etkisi yoktur.
- Nükleer enerjide az miktarda ham madde ile çok fazla elektrik üretilir.

Dezavantajları

- Çevre ve hava kirliliğine neden olur.
- Küresel ısınmaya olumsuz etkileri vardır.
- Rezervleri sınırlıdır, sürdürülebilir değildir.
- Çıkarılmaları için gereken madencilik faaliyetleri sağlıksız ve tehlikelidir.
- Radyoaktif atıklar tehlikelidir.
- Nükleer güç santrallerinin kurulması ve güvenliği, yüksek teknoloji ve maliyet gerektirir.
- Nükleer güç santrallerinde meydana gelebilecek bir kaza sonrası yayılan radyasyon, uzun yıllar boyunca canlıları olumsuz etkiler.

Yenilenebilen Enerji Kaynakları

Avantajları

- Çevre dostudur.
- Güvenli ve sürdürülebilir enerji kaynaklarıdır.
- İstihdamı artırır.
- Yerli kaynaklardır, dışa bağımlılığı azaltır.
- Küresel enerji fiyatlarında istikrar sağlar.
- Tesisleri az bakım ister.

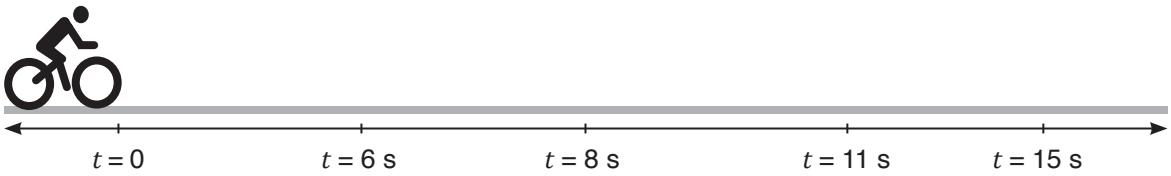
Dezavantajları

- Elektrik üretim kapasiteleri yeterince yüksek değildir.
- Konumları ve hava şartları üretimini etkiler.
- Yatırım maliyetleri yüksektir.
- Verimleri düşüktür.

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 11 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

1. Bisiklet parkurunda antrenman yapan Özgür, 15 s sonunda başlangıç noktası $t = 0$ anına göre 59 m yer değiştirmiştir.



Özgür'ün antrenmanı süresince bisikletin ilerlemesini sağlayan kuvvet, yavaşlamasını sağlayan fren kuvveti ve zaman aralıklarında alınan yol değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Zaman Aralıkları (s)	Alınan Yol (m)	Uygulanan Kuvvet (N)	Fren Kuvveti (N)
0-6	18	60	...
6-8	15	90	...
8-11	18	...	-120
11-15	8	...	-30

Buna göre

a) Özgür'ün bisiklet antrenmanına ait F-x grafiğini çiziniz.

b) Çizdiğiniz grafikten yararlanarak bisikletin yapmış olduğu iş için matematiksel model çıkarınız.

c) Fizik bilimine göre iş ile ilgili

I. Cisme bir kuvvet uygulandığında cisim, uygulanan bu kuvvet doğrultusunda yer değiştirmiş ise kuvvet, cisim üzerinde bir iş yapmaz.

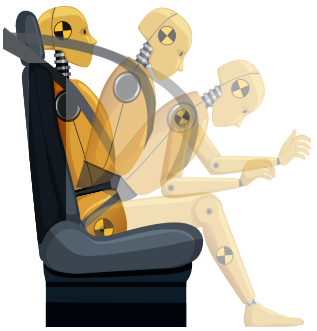
II. Kuvvetin cisim üzerinde yaptığı iş, uygulanan kuvvetin ve cismin yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

III. F-x grafiğinden yararlanarak cismin yaptığı iş bulunur.

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

2.



Emniyet kemerinin görevi, ani frenleme veya kaza anında yolcuların vücutlarını koltuklarına sabitleyerek araçla aynı anda yavaşlamalarını ve durmalarını sağlamaktır. Araçlardaki emniyet kemerlerinin esneme miktarları, sürücüler üzerindeki ortalama darbe kuvvetini değiştirebilmektedir. Emniyet kemeri kontrol testlerinde hareket hâlindeki test aracını durduran bir çarpışma, yolcunun tüm kinetik enerjisini alır. Emniyet kemerinin iş-kinetik enerji ilkesi gereği, durma mesafesini uzatarak cansız manken üzerindeki darbe kuvvetini dört beş kat azalttığı ölçülmüştür.

Enerjinin değişim süresi, çarpışmanın gücünde etkili olacaktır. Aniden duran bir aracın içindeki sürücü; emniyet kemeri takmadığında direksiyon kolu, ön cam vb. ile güçlü bir çarpışmaya maruz kalır. Emniyet kemerini takmamak, daima daha kısa durma mesafesi ve daha büyük bir darbe kuvveti ile daha güçlü bir çarpışma anlamına gelmektedir.

Buna göre

a) İş, enerji ve güç kavramlarını metin ile ilişkilendirerek bu kavramlar hakkında hipotezler kurunuz ve kurduğunuz hipotezleri gerekçeleriyle aşağıdaki tabloya yazınız.

İş, Enerji ve Güç Kavramları Hakkındaki Hipoteziniz	Hipotezinizin Gerekçesi

b) İş, enerji ve güç kavramları arasındaki ilişkileri metinden örnekler vererek belirleyiniz.

c) İş, enerji ve güç kavramlarını tablodaki bilgilerle karşılaştırınız.

ç) İş ve güç kavramları arasındaki ilişkiye yönelik önermelerinizi yazınız.

d) İş ve güç kavramları arasındaki ilişkiye yönelik matematiksel modeli yazınız.

3. Güneş'teki enerji, yapısında bulunan hafif ve kararsız hidrojen çekirdeklerinin birleşerek helyuma dönüşümü sırasında kütle kaybına karşılık gelen enerjiden kaynaklanır. Güneş, doğal bir ısı ve ışık kaynağıdır. Temiz ve sürdürülebilir bu enerjinin 2,2 milyarda biri ışıma şeklinde uzay boşluğundan Dünya'ya ulaşır. Fakat bu küçük miktar bile insanların mevcut enerji tüketiminden katbekat fazladır. Nükleer enerji ve jeotermal enerji hariç yeryüzündeki enerjilerin kaynağı Güneş'tir. Fosil yakıtların yapısındaki kimyasal enerji, fotosentez yoluyla bitkilerin yapısında kimyasal potansiyel enerji olarak depolanır. Kurulan enerji santrallerinde fosil yakıtlardaki kimyasal enerji önce ısı enerjisine daha sonra mekanik enerjiye ve en sonunda da elektrik enerjisine dönüştürülür. GES adı verilen güneş enerji sistemleri ya da güneş tarlalarında güneş ışınları, fotovoltaik sistem denilen güneş panelleri ile ısı, ışık ve elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılmaktadır.

Buna göre metinde geçen

a) Enerji biçimleri ve bu biçimlere ilişkin özellikleri belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

		Enerji Biçimlerinin Özellikleri
Enerji Biçimleri		

b) Belirlediğiniz enerji biçimlerinden iki tanesini seçerek enerji biçimlerinin benzerlik ve farklılıklarını yazınız.

4. Teleferik, havada gerili çelik halatlar üzerinde kayarak hareket etmek suretiyle birbirinden uzak ve ulaşımı zor yerler arasında sabit hızla insan ve yük taşıyan araçtır. Türkiye'nin en uzun teleferiği 1963 yılında yapılan 9 km uzunluğundaki Bursa Uludağ teleferiğidir.

Bursa'ya kar tatiline giden Yeşim ve ailesi, Uludağ'a çıkmak için Bursa'nın Yıldırım ilçesinden teleferiğe binerek 1634 m yüksekteki Uludağ Sarıalan Yaylası'ndaki kayak pistlerine ulaşmaktadır.

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

Buna göre Yeşim'in

a) Teleferik ile ilerlerken sahip olduğu mekanik enerji bileşenleri nelerdir?

b) En tepeye varmasıyla potansiyel enerjisinde meydana gelen değişimi yorumlayınız.

c) Teleferiğe bindiği an ile en tepede teleferikten indiği an arasındaki mekanik enerji değişimini matematiksel olarak ifade ediniz.

5.

Türbinler, şekildeki gibi bir mil ve milin üzerindeki kanatçıklardan meydana gelen ve bir akışkanın enerjisini işe dönüştürmek için kullanılan cihazlardır. Akışkan, türbinin kanatlarına çarparak türbin milini hareketlendirir. Milin bu hareketi mekanik enerjiye dönüştürülür. Elde edilen mekanik enerji, jeneratörlerde elektrik enerjisine dönüştürülür. Türbinler genellikle enerji santrallerinde kullanılır. Türbinler; kullanıldığı santrale göre su, rüzgâr, buhar ve gaz olmak üzere dört çeşittir. Türbini döndüren kaynak; hidroelektrik santrallerinde su, rüzgâr türbinlerinde rüzgârdır. Termik, nükleer ve jeotermal enerji santrallerinde ise türbinleri döndüren kaynak, santralde elde edilen ısıdan sağlanan yüksek basınçlı buhardır.

Buna göre

a) Türbinlerin dönmesini sağlayan enerji kaynakları nelerdir? Bu kaynakların genel özelliklerini kısaca açıklayınız.

b) Hidroelektrik ve termik enerji santrallerinde türbinlerin dönmesini sağlayan kaynakların avantajlarını yazınız.

c) Hidrolik veya termik enerji santralleri ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

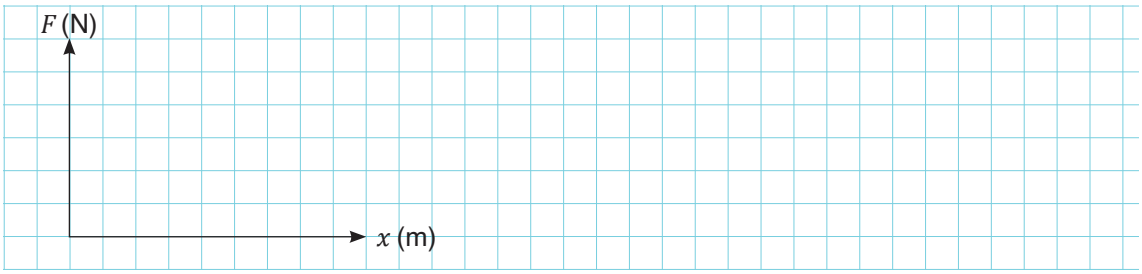
A) Termik santrallerde fosil yakıtlar kullanılır.
B) Termik santraller çevre kirliliğine neden olur.
C) Hidrolik santraller ekosistemlerin değişmesine neden olabilir.
D) Hidrolik enerji santralleri verimli tarım alanlarını işgal eder.
E) Hidrolik santrallerin kuruluş maliyetleri termik santrallere göre daha düşüktür.

6.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda Aysun ve Melisa arkadaşını iterek kızağı hareket ettirmektedir. Bu durumda kızağa Aysun yatayla paralel 40 N Melisa ise 50 N büyüklüğünde kuvvet uygulamaktadır. Kızak bu kuvvetlerin etkisiyle 80 m yol aldıktan sonra Aysun itmeyi bırakmış ve Melisa tek başına kızağı 20 m daha itmiştir. Daha sonra kızağa hiçbir kuvvet etki etmemiş ve kızak 20 m daha ilerlemiştir.

Buna göre

a) Kızağa ait *F-x* grafiğini çiziniz.



b) Çizdiğiniz grafikten yararlanarak yapılan toplam işi hesaplayınız.

c) Aysun'un kızağı itmeye devam etmesi durumunda yapılan toplam işi hesaplayınız. Kuvvet ile yer değiştirme arasındaki ilişkiyi dikkate alarak yapılan işin değişimi açıklayınız.

7. Bir gökdelende bulunun özdeş iki asansör tarafından taşınan yükler, yüklerin çıkarıldığı kat ve yüklerin bu katlara çıkarılma süreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Asansörler	Taşınan Yük (kg)	Yüklerin Çıkarıldığı Kat	Yüklerin Çıkarılma Süresi (s)
1. asansör	300	20. kat	60
2. asansör	300	60. kat	40

Buna göre

a) Hangi asansörün daha güçlü olduğunu tablodaki verilerden yararlanarak tahmin ediniz.

b) 1. asansörün yükü yarıya indirildiğinde asansörün gücü ve yaptığı iş ne şekilde değişir? Açıklayınız.

c) Asansörler ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Asansörlerin yükselmesi, yukarı yönde uygulanan net kuvvetin sonucunda gerçekleşir.

B) Asansörlerin hızlanmasını belirleyen en önemli faktör, asansöre uygulanan net kuvvetin büyüklüğüdür.

C) İki asansör de 20. kata çıkmak için aynı miktarda enerji harcar fakat ikinci asansör birinciden daha güçlüdür.

D) Asansörler yukarı doğru hareket ederken üzerine daha az net kuvvet uygulanan asansörün hızı azalacaktır.

E) Asansörün yukarı hareket edebilmesi için uygulanan kuvvet, ağırlığından büyük olmalıdır.

ç) Tablodaki verileri kullanarak iş ve güç arasındaki ilişkiyi gösteren matematiksel modeli yazınız.

8.

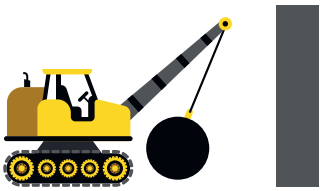
Türkiye Yüzyılı vizyonu doğrultusunda gerçekleştirilen projeler kapsamında yer alan, yerli otomobilimiz elektrikli ve otonom bir araçtır. Elektrikli araçlarla benzinli araçların göze çarpan farkları, elektrikli araçların egzoz borusunun bulunmaması ve çok daha sessiz olmasıdır. Enerji kaynağı fosil yakıtlar olan benzinli araçlar, içten yanmalı motorlarında yakıtı yakarak pistonları hareket ettirir. Elektrikli araçlar ise bataryadan sağlanan elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürür. Benzinli ve elektrikli araçların fren sistemi de farklıdır. Benzinli araçlarda fren dişlerinin sıkıştırılması ile kinetik enerji ısı enerjisi olarak kaybedilir ve araç yavaşlar. Elektrikli araçlarda ise araç yavaşlarken motor bir jeneratör gibi görev yaparak aracın kinetik enerjisini elektrik enerjisi olarak bataryada depolar.

Buna göre

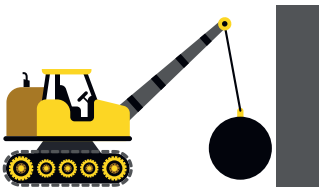
a) Metinde geçen enerji biçimleri ve bu enerji biçimlerinin özellikleri nelerdir?

b) Enerji biçimlerinin benzer ve farklı özelliklerini metinden örnek vererek açıklayınız.

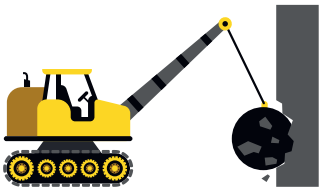
9. Sürtünmelerin önemsenmediği idealleştirilmiş ortamlarda mekanik enerji korunur. Şekildeki gibi bir yıkım makinesinde kullanılan yıkım güllesinin sahip olduğu mekanik enerjinin iş yapmak için kullanılması buna örnek verilebilir. Yıkım makinesi aracılığıyla Şekil I'deki gibi yüksek bir noktadan serbest bırakılan yıkım güllesi, Şekil II'deki gibi hızlanarak Şekil III'deki gibi yapıya çarpar ve ona duvarlarını yerinden oynatabilecek büyüklükte bir kuvvet uygular.



Şekil 1



Şekil 2



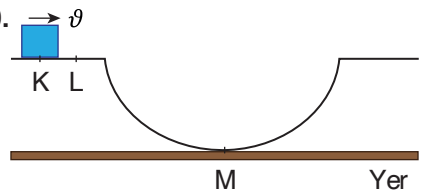
Şekil 3

Buna göre

a) Yıkım güllesinin sahip olduğu mekanik enerjiyi oluşturan bileşenler nelerdir?

b) Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda yıkım güllesinin sahip olduğu mekanik enerji bileşenleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

10.



Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda K noktasından c hız büyüklüğü ile geçen kayak sporcusunun mekanik enerjisi 30 J'dür. Kayak sporcusunun L noktasındaki potansiyel enerjisi 20 J olarak verilmektedir.

Buna göre

a) M noktasından geçerken sahip olduğu kinetik enerji kaç J olur?

b) K noktasından geçerken sahip olduğu kinetik enerji kaç J olur?

11. Tablo 1'de enerji kaynaklarının çevresel etkilerine, Tablo 2'de enerji kaynaklarının ekonomiye olan katkısına yönelik karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 1

Enerji	İklim Değişikliği	Asit Yağmurları	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Petrol	X	X	X	X	X	–
Kömür	X	X	X	X	X	X
Doğal Gaz	X	X	X	X	X	–
Nükleer	X	–	X	X	–	X
Hidrolik	X	–	X	X	–	–
Rüzgâr	–	–	–	–	X	–
Güneş	–	–	–	–	–	–
Jeotermal	–	–	X	X	–	–

Tablo 2

Enerji	Kalan Ömür (yıl)	Yatırım Maliyeti (dolar/KW)
Petrol	40--45	1500-2000
Kömür	200-250	1400-1600
Doğal Gaz	60-65	600-700
Nükleer	75	7.5
Hidrolik	–	750-1200
Rüzgâr	–	1000-1200
Güneş	–	Yüksek
Jeotermal	–	–

Buna göre

a) Tablolardan yararlanarak yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.

b) Enerji alanında yetkili bir kişi olsaydınız enerji politikalarınızı hangi ilkeler doğrultusunda şekillendirirdiniz? Düşüncelerinizi sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Ünite ile ilgili daha fazla soru çözmek için karekodu kullanınız.

3. ÜNİTE ELEKTRİK

3.1. Basit Elektrik Devreleri
3.2. Elektrik Akımı
3.3. Ohm Yasası
3.4. Dirençlerin Bağlanması
3.5. Üreteçlerin Bağlanması
3.6. Elektrik Akımının Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Önlemler
3.7. Topraklamanın Önemi

► **Anahtar Kavramlar**

- elektrik akımı
- potansiyel fark
- direnç
- Ohm Yasası
- kısa devre
- eşdeğer direnç
- topraklama

► Bu ünitede sizlerden

- basit elektrik devresinde potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç kavramlarını tanımlayabilmeniz ve elektrik akımı kavramını çözümleyebilmeniz,
- potansiyel fark, direnç ve elektrik akımını ölçebilmeniz ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi analiz edebilmeniz,
- eşdeğer direncin büyüklüğünü hesaplayabilmeniz,
- üreteçlerin bağlanma türüne göre devreye sağladığı potansiyel farka ilişkin çıkarım yapabilmeniz,
- elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemlerle ilgili bilgi toplayabilmeniz ve topraklama olayının önemini sorgulayabilmeniz

beklenmektedir.

Ünitede sizlerden çalışma yaprağındaki soruları çözmeniz; kavram haritası, poster, bilgi görseli, sunum hazırlamanız; deney tasarlamanız; açık uçlu soruları ve ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız istenecektir.

Ünite Karekodu

Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

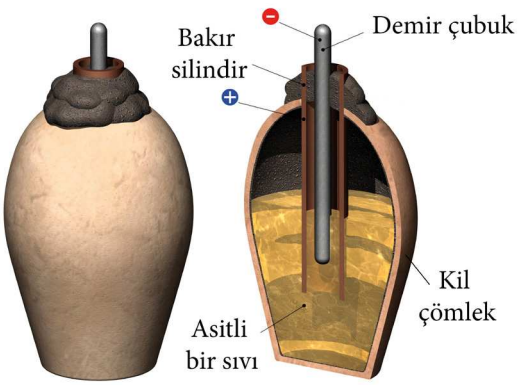
Thomas Edison'ın (Tamıs Edisın) akkor lambaları kullanılabilir hâle getirmesi ile elektrik enerjisi aydınlatma amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraları akkor lambalar geliştirilmiş ve bu lambalar ısıtma, iletişim gibi insanın temel günlük ihtiyaçlarının giderilmesi için kullanılmıştır. İletken tel, üreteç, direnç gibi temel bileşenlerden oluşan basit elektrik devreleri; zamanla daha karmaşık sistemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamış ve modern elektrik devrelerinin temelini oluşturmuştur.

Bugün elektrik devrelerinin işlevselliği ve karmaşıklığı önemli ölçüde artmıştır. Elektriğin akıllı ev sistemleri, elektrikli araçlar, iletişim cihazları gibi gelişmiş teknolojilerde geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Özellikle radyo, televizyon, bilgisayar gibi elektronik cihazların icadı ile devrelerde kullanılan bileşenlerin sayısı ve çeşitliliği artış göstermiştir.

Devre elemanlarının bağlanma türleri, cihazların çalışma şekillerini ve performanslarını belirleyerek elektrik devrelerinin tasarımında ve güvenliğinde kritik rol oynar. Günlük hayatta kullanılan lambalardan birinin arızalı olmasına rağmen diğer lambaları etkilememesi, sigortaların devreyi ve kullanıcıyı koruması devre elemanlarının bağlantı türleriyle ilişkilidir.

Üniteye Başlarken

Arkeolojik araştırmalar ile ortaya çıkarılan Bağdat pilinin tarihte pil olarak işlev görmüş olabileceği düşünülmektedir. Çömlek görünümündeki Bağdat pili 13,5 cm boyunda olup sarı parlak kilden yapılmıştır. Çömleğin içerisinde bakırdan yapılmış bir silindir bulunmaktadır. Bakır silindirin iç kısmına demir bir çubuk yerleştirilmiş ve bakır silindirin içi asfalt ile doldurulmuştur. Yapılan incelemelerde çömleğin içinde ise sirke gibi asitli bir sıvının olduğu anlaşılmıştır.



Bağdat pili

Eski çağlardan beri varlığı bilinen piller hakkındaki en net ve uygulanabilir bilgilerin ortaya koyulması, XVIII. yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşmiştir. Galvani (Galvani), 1791 yılında yaptığı deneylerin sonuçlarını yayınlamış ve Volta'ya (Volta) öncülük etmiştir. Volta, 1795'te iki farklı metal ve nemli bir sıvıyla elektrik akımı oluşturulabileceğini göstermiştir. Volta'nın bu buluşu, modern pil teknolojisinin temelini oluşturur ve Volta pili olarak adlandırılır.

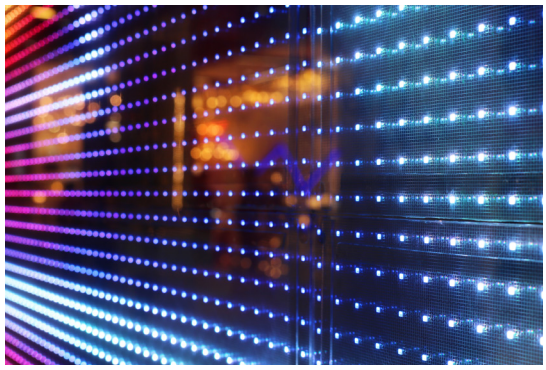
1902 yılında Thomas Edison, demir-nikel pilini geliştirmiştir. Gilbert Newton Lewis (Gilbırt Nüvtın Luvis), lityum iyon pili icat etmiştir. Bu teknoloji, ancak 1990'larda ticari olarak uygulanabilir hâle gelmiştir. Lityum iyon piller, günümüz pil teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. Hızlı şarj edilebilen bu piller; çevre dostu ve uzun ömürlü olmaları sebebiyle bilgisayarlar, cep telefonları ve elektrikli araçlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Şarj edilen elektrikli otomobil

Pillerin ham maddelerinin gelecekte tükenme riskinin olduğu düşünüldüğünde hangi özelliklere sahip piller kullanılabilir?

Elektrikli otomobillerin çevreye zararlı etkileri neler olabilir?

Evlerde kullanılan lambalar, bağlanma şekilleri sayesinde bağımsız olarak çalışabilmektedir. Örneğin bir lamba kapalıyken diğerleri açık kalabilir ancak dijital panolarda kullanılan şerit LED ışıklandırmalarında ise bir lamba söndüğünde diğer lambalar da söner.



Dijital pano

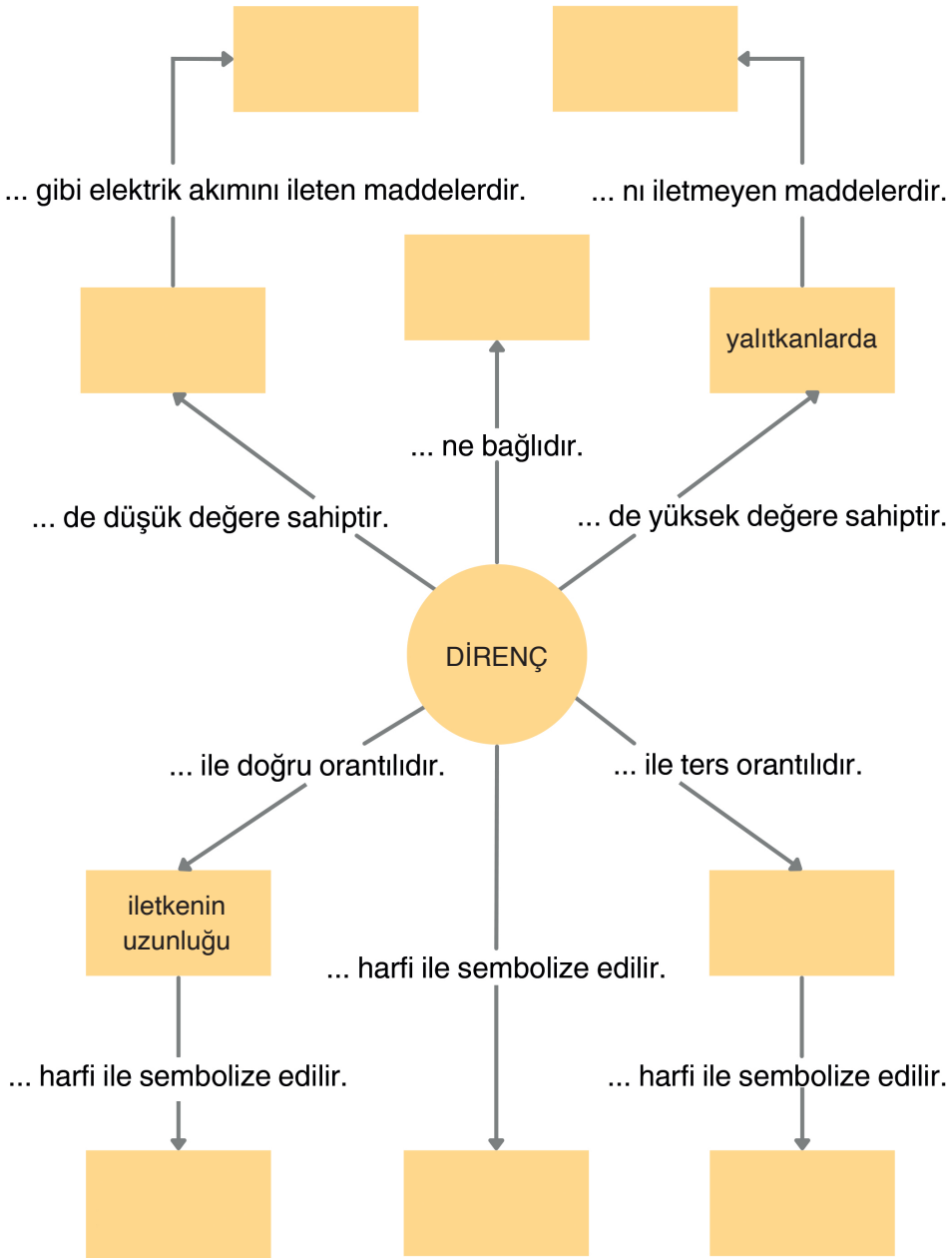
Evlerde kullanılan lambalar ile şerit LED lambaların bağlanma şekillerindeki farklılıklar neler olabilir?

Dijital panolarda kullanılan üreteçlerden birinin arızalanması durumunda diğer üreteçlerin çalışmaya devam etmesi ile panoların kesintisiz ve güvenli bir şekilde çalışması sağlanır. Bu sayede enerji sürekliliği sağlanarak panodaki aydınlatmaların ya da dijital ekranların kesintisiz bir şekilde çalışması mümkün olmaktadır.

Reklam panolarındaki üreteçlerin bağlanma şeklinin avantajları nelerdir?

Ön Değerlendirme

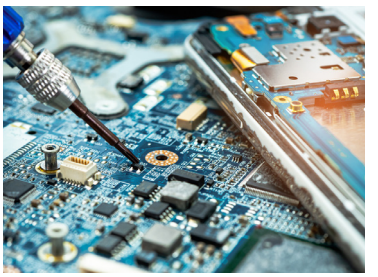
Aşağıda direnç ile ilgili bir kavram haritası verilmiştir. Kavram haritasındaki boşlukları anlamlı bir cümle oluşturacak şekilde doldurunuz.



3.1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ

Konuya Başlarken

Günlük hayatı kolaylaştıracak şekilde tasarlanan elektrik devreleri, bugün kullanılan pek çok teknolojinin temelini oluşturur. Örneğin basit elektrik devreleri ile bir el feneri çalıştırılabilir, karmaşık elektrik devreleriyle bir telefon şarj edilebilir veya bir televizyonun görüntü vermesi sağlanabilir. Karmaşık elektrik devreleri veya elektronik devrelerin anlaşılabilmesi için öncelikle basit elektrik devrelerinin yapısının iyi bilinmesi gerekir.

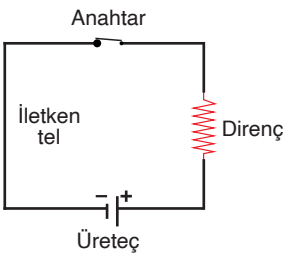


Karmaşık elektrik devresine sahip cep telefonu

Bir su ısıtıcısında basit elektrik devresi elemanlarından hangileri olabilir?

Elektrik devresi elemanlarından herhangi birinin eksik olmasının devreye etkileri neler olabilir?

Basit bir elektrik devresinde kullanılan lambanın ışık vermemesi durumunda öncelikle hangi devre elemanı kontrol edilmelidir?

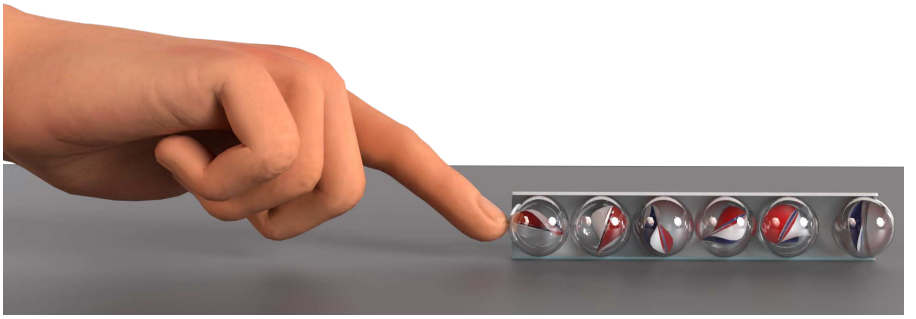


Şekil 3.1: *Basit elektrik devresi*

Basit bir elektrik devresi bir direnç, iletken tel, anahtar ve üreteçten oluşur (Şekil 3.1). Elektronlar, bu devrede üreteç tarafından sağlanan potansiyel fark sayesinde iletkenin içerisinde sürüklenerek hareket eder. Bununla birlikte elektronların sürüklenme hızı oldukça düşüktür. Örneğin 10 A elektrik akımı taşıyan bir bakır telde elektronların sürüklenme hızı milimetre/saniye (mm/s) seviyesindedir.

Elektronların hareketi oldukça yavaştır. Bununla birlikte bir devredeki anahtar kapatıldığı anda elektrik akımının iletken boyunca hızla yayılması, elektronların çarpışmalı iletimi devredeki elektromanyetik dalgaların yayılması ile olur. Elektronlar birbirine çarparak enerjiyi ilettiği için elektrik akımı bir noktada başlayarak tüm devre boyunca anında etkili olabilir.

Bu durum Görsel 3.1'de gösterilen bilye zincirine benzetilebilir. Borunun sol ucundaki bilyeye kuvvet uygulandığında bilyeler arasındaki temas sayesinde enerji anında diğer uca iletilir ve sağ uçtaki bilye hemen hareket eder. Elektronlar da benzer şekilde birbirleriyle etkileşerek enerjiyi devre boyunca hızla aktarır.

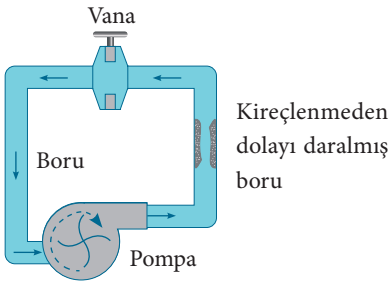


Görsel 3.1: *Boru içinde birbirine temas hâlinde bulunan bilyelerin hareketi*

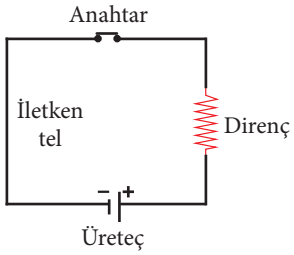
3.1. Etkinlik

Adı	SU TESİSATI İLE BASİT ELEKTRİK DEVRESİNİ KEŞFET
Amaç	Basit elektrik devresine yönelik potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç kavramlarının tanımına ilişkin analojik (benzeşimsel) akıl yürütebilme
Süre	35 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırasıyla takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Yandaki karekodu kullanarak su borusu sistemi ve basit bir elektrik devresini karşılaştıran videoyu izleyiniz. Su tesisatı ve basit elektrik devresindeki görsellerden ve izlediğiniz videodan yararlanarak vananın açılması ve anahtarın kapatılması durumunda su tesisatı ve elektirik devresindeki gözlemlerinizi yazınız.



Su tesisatı



Basit elektrik devresi

2. Kireçlenmeden dolayı su tesisatındaki boruda meydana gelen daralmanın suyun akışını nasıl etkileyeceğine yönelik açıklamalar yapınız.

3. Anahtar açık konumdan kapalı konuma getirildiğinde basit elektrik devresinde hangi durumun gerçekleşeceğini yazınız.

4. Su tesisatı ve elektrik devresi modellerindeki elemanları eşleştiriniz. Eşleşme sonucunda bu elemanların elektrik devresindeki rollerine ilişkin tahminlerinizi ve su tesisatı ile elektrik devresi elemanlarının benzer ve farklı yönlerini aşağıdaki tabloya yazınız.

Su Tesisatındaki Elemanlar	Elektrik Devresinde Eşleştirdiğiniz Eleman	Elektrik Devresindeki Tahminî Görevi	Benzer Yönleri	Farklı Yönleri
Pompa				
Boru				
Vana				
Kireçlenme sebebiyle daralmış boru				
Borudan akan su				

5. Doldurduğunuz tabloyu sıra sıra arkadaşlarınızın tablolarıyla karşılaştırarak varsa farklılıkların nedenleri üzerine tartışınız. Çıkarımlarınızı paylaşırken farklı görüşlere duyarlı olmaya ve nazik bir üslupla konuşmaya özen gösteriniz. Elde ettiğiniz çıkarımlarınızı sınıf arkadaşlarınız ile paylaşınız. Çıkarımlarınızı paylaşırken zamanı verimli ve adil kullanmaya özen gösteriniz.

6. Suyun akışı ile elektrik akımı arasındaki ilişkiye yönelik çıkarımınızı yazınız.

7. Pompanın uyguladığı basıncın değişmesi durumunda suyun akış hızında meydana gelen değişimi yorumlayınız. Değişimin basit elektrik devresindeki karşılığı ne olabilir? Açıklayınız.

8. Borunun kesit alanının, uzunluğunun ve yapıldığı maddenin cinsinin basit elektrik devresindeki hangi devre elemanı ile ilişkilendirilebileceğine yönelik çıkarım yapınız.

9. İzlediğiniz videodan yararlanarak basit elektrik devresindeki elektrik akımı, potansiyel fark ve direncin tanımı ile ilgili çıkarım yapınız. Yaptığınız çıkarımları aşağıdaki boşluklara yazınız.

Elektrik Akımı: .....
.....
.....

Potansiyel Fark: .....
.....
.....

Direnç: .....
.....
.....

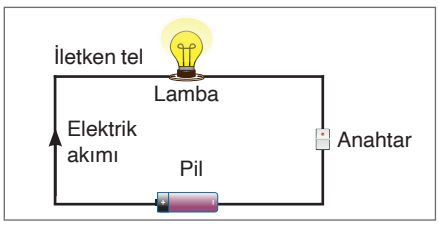
Değerlendirme

1. Üreteç, direnç, iletken tel ve anahtardan oluşan basit bir elektrik devresinde üretecin potansiyel farkının artmasının elektrik akımına ve dirence etkisini açıklayınız.

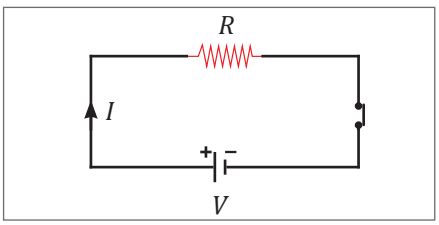
2. Günlük hayattan basit elektrik devresini karşılayan farklı bir analoji belirleyerek bu tespitinizi yorumlayınız.

Su tesisatı ve basit elektrik devresi, farklı maddeleri ve enerji türlerini kullanmasına rağmen temelde aynı prensiplere göre çalışır. Her ikisi de bir enerji kaynağı, bir akış yolu ve bir kontrol mekanizması içerir. Bu benzerlik, basit elektrik devrelerini anlamak için bir model sunar. Su tesisatlarındaki suyun borularda hareket etmesini sağlayan pompa, basit elektrik devrelerinde üretece (pil ve jeneratör) karşılık gelen enerji kaynağıdır. Bununla birlikte elektronların devredeki hareketi, suyun su borusundaki hareketinden farklı bir davranış sergiler. Su pompa yardımıyla borunun bir ucundan diğer ucuna ilerleyerek akışı gerçekleştirirken elektronlar iletken tel içinde bu şekilde hareket etmez. Devreye uygulanan potansiyel fark, elektronların iletken tel içinde titreşmesine ve küçük mesafelerde yol almasına neden olur. Bu titreşimler sırasında elektronlar birbirlerine enerji aktarıp yavaşça sürüklenerek elektrik akımını oluşturur. Su tesisatındaki akışı kontrol eden elemanlardan biri olan vana, elektrik devresindeki anahtar ile aynı işleve sahiptir.

Şekil 3.2'de bir üreteç, bir lamba, bir anahtar ve iletken telden oluşan basit bir elektrik devresi ve Şekil 3.3'te basit bir elektrik devresinin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.2: *Basit elektrik devresi*



Şekil 3.3: *Basit elektrik devresinin şeması*

Üreteç, bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için gerekli enerjiyi sağlayan elemandır ve elektrik devresinde üretecin şematik gösterimi ⊣I⊢ şeklindedir. Üreteçler, potansiyel fark oluşturarak devredeki elektronların hareket etmesini sağlar. Birim yükün devreyi dolaşabilmesi için gereken enerjiye **potansiyel fark** denir. Potansiyel fark ***V*** ile gösterilir ve SI'da birimi volttur (V). Elektronlar, potansiyel farkın yüksek olduğu noktadan düşük olduğu noktaya doğru sürüklenir. Farklı elektrik devrelerinde üreteç olarak pil, akü, jeneratör, güneş paneli, yakıt hücresi gibi enerji kaynakları kullanılabilir.

Kullanım ömrünü tamamlamış veya fiziksel olarak hasar görmüş üreteçler, zararlı kimyasallar nedeniyle toprak, su ve hava kaynaklarını kirleterek doğaya zarar verebilir. Örneğin küçük bir kalem pil, içindeki ağır metaller dolayısıyla yaklaşık 4 m^2lik bir toprağı kirleterek bu alanda bitki yetişmesini engelleyebilir ve yer altı sularına zarar verebilir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı atık pil toplama noktaları oluşturarak bu ürünlerin güvenli bir şekilde toplanmasını sağlamaktadır.

Direnç, bir iletkenin içinden geçen elektrik akımına karşı gösterdiği zorluk olarak tanımlanır ve elektrik devresinde direncin şematik gösterimi şeklindedir. Direncin büyüklüğü, basit elektrik devrelerinde kullanılan iletken telin uzunluğuna, kesit alanına ve cinsine bağlı olarak değişir. ***R*** ile gösterilen direcin SI'da birimi ohmdur (Ω). Dirençlerin kullanım alanları birbirinden farklıdır. Örneğin dirençler; lambada aydınlatma, ütüde ısıtma görevini üstlenir. Dirençler, karmaşık elektrik devrelerinde hassas devre elemanlarının üzerinden yüksek akım geçmesini engellemek ve akımı bölmek için kullanılır.

İletken tel, elektrik devresinde devre elemanlarını birbirine bağlayan ve elektrik enerjisinin iletimini sağlayan kablodur.

Anahtar, devreyi açıp kapatmaya yarayan devre elemanıdır ve elektrik devresindeki anahtarın şematik gösterimi şeklindedir. Devrenin anahtarı açık ise devreden elektrik akımı geçmez ve devre çalışmaz. Devrenin çalışabilmesi için anahtarın kapalı olması gerekir.

Örnek

İki arkadaş, yükseklikleri eşit ve biri kıvrımlı diğeri düz olan iki su kaydırağından aynı anda kaymaya başlar. Düz olan kaydıraktan kayan kişinin havuza daha kısa sürede ulaştığı gözlemlenmiştir.

Buna göre su kaydırağı, basit elektrik devresi ile ilişkilendirildiğinde

a) Kaydıraklardan kayan kişiler elektrik devresinde fizik bilimine ait hangi kavrama karşılık gelir?

b) Kıvrımlı olan kaydıraktan kayan kişinin havuza daha geç ulaşmasını sağlayan unsur elektrik devresindeki hangi devre elemanına karşılık gelir?

c) Kaydırakların yüksekliği, kayan kişilerin hızlarını etkilediğine göre yükseklik elektrik devresinde hangi devre elemanına karşılık gelir?

Çözüm

a) Su kaydırakları, elektrik devresindeki elektrik akımını ileten teller ile benzerlik gösterir. Bu sebeple kaydırakta kayan kişiler, devreden geçen elektrik akımına karşılık gelir.

b) Kaydırağın şekli, basit elektrik devresindeki elemanlardan dirence karşılık gelir. Kıvrımlı kaydıraktan kaymak zorlaştığı için bu kaydıraktan kayan kişi, havuza daha geç ulaşır.

c) Elektrik akımı yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru olduğundan kaydırağın yüksekliği, devredeki potansiyel farka karşılık gelir.

3.1. Soru

Elektrik devreleri, üzerinden geçen akımın hareketi bakımından bir otoyola benzetilebilir. Elektrik akımı, araçlar gibi bir yol üzerinde hareket eder. Yolculuk sırasında araçlara yakıt konarak araçların enerji ihtiyaçları karşılanır. Araçlar kırmızı ışık yandığında durur ve yeşil ışık yandığında harekete geçer. Araçların hızı trafik yoğunluğuna ve yolun yapısına göre değişebilir. Araçların otoyoldaki yolculuğu, elektrikle çalışan tüm cihazların işleyişinin temelini oluşturan bir analojiye sahiptir.

Buna göre

a) Otoyollarda araçların hareket etmesi için gerekli öge yakıt ise elektrik devrelerinde elektrik akımını sağlamak için ihtiyaç duyulan enerji kaynağı nedir?

b) Otoyollarda araçların hareket ettiği yol, elektrik devrelerindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir?

c) Otoyolun genişliği ve düzlüğü trafiği olumlu yönde etkilemektedir. Bu durumda bir iletkenin uzunluğunun, kalınlığının ve cinsinin elektrik akımına etkisi nedir?

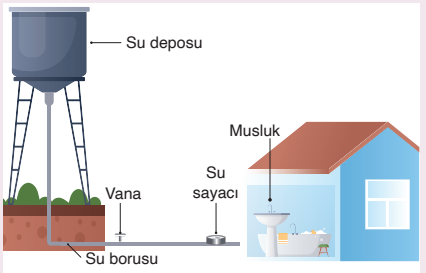
ç) Otoyollardaki bariyerli gişeler, elektrik devrelerindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir?

Cevap

Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1.



Şekildeki gibi yüksek noktalara yerleştirilen su depoları sayesinde suyun potansiyel enerji kazanması sağlanır. Depoya bağlı vana açıldığında su, borular yardımıyla eve ulaşır. Vana, eve gelen suyu açıp kapatmaya; su sayacı, kullanılan suyun miktarını ölçmeye yarar. Evlerdeki musluklar, suyun istenen zamanda kullanılmasını sağlar.

Su tesisatları ve elektrik devreleri, işleyişleri bakımından benzerlik gösterdiğine göre

a) Su deposu, basit bir elektrik devresindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir? Açıklayınız.

b) Su deposunun yüksek bir noktaya yerleştirilmesinin sebebi nedir? Bu durum, elektrik devresinin hangi özelliği ile ilişkilendirilebilir?

c) Şekildeki su tesisatı için verilen elemanlardan hangisi elektrik devresindeki anahtar ile ilişkilendirilebilir?

ç) Su sayacı, elektrik devresindeki hangi elaman ile ilişkilendirilebilir?

2. Aşağıdaki metne göre soruları cevaplayınız.

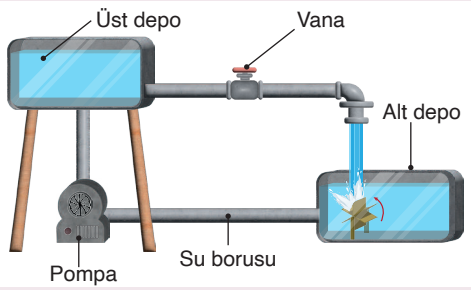
"(I) Yük trenini hareket ettirmek için kömür, dizel veya elektrik gibi bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulur. Bu enerji, lokomotifteki motora güç sağlar. (II) Tren raylar üzerinde hareket ettirilerek yük taşınır. (III) Tırmanış, viraj, frenleme gibi çeşitli engeller; yol boyunca trenin hareketine etki eder. Bu engeller, trenin hızını ve enerji tüketimini değiştirir. (IV) Trenin yönü, hızı ve hareketi makinist tarafından kontrol edilir."

Buna göre

a) Numaralandırılmış cümlelerdeki ifadeleri basit elektrik devresinin elemanlarıyla eşleştiriniz.

b) Tespit ettiğiniz basit elektrik devresi elemanlarından oluşan bir devre şeması çiziniz.

3.



Şekilde seviyeleri birbirinden farklı iki su deposu, bir pompa, bir vana ve borulardan oluşan bir görsel verilmiştir.
Alt depodaki su, pompa yardımıyla üst depoya taşınmakta, tekrar alt depoya inmekte ve deponun içindeki çarkı döndürmektedir. Su akışı, vana yardımıyla kontrol edilebilmektedir. Su tesisatının parçaları, görevleri yönüyle basit bir elektrik devresinin elemanları ile benzerlik göstermektedir.

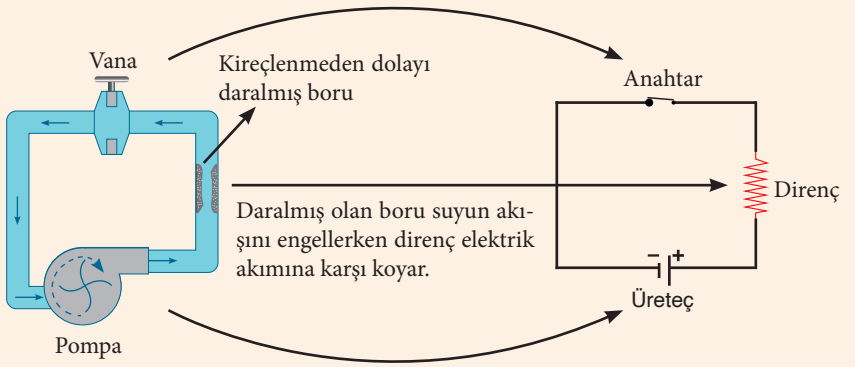
Buna göre aşağıdaki tabloda verilen su tesisatı parçaları ile elektrik devresi elemanlarını eşleştiriniz.

1. (.....) Pompa	**a)** İletken tel
2. (.....) Su boruları	**b)** Üreteç
3. (.....) Vana	**c)** Direnç
4. (.....) Borudan akan su	**ç)** Elektrik akımı
5. (.....) Boruların özellikleri	**d)** Lamba
	e) Öz direnç
	f) Anahtar

Kontrol Noktası

Su tesisatı ile basit elektrik devresi arasındaki analoji aşağıda verildiği gibidir:

Vana su akışını kontrol ederken anahtar elektrik akımını kontrol eder.

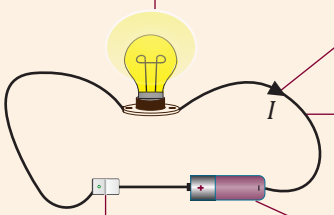


Su tesisatı | Pompa suyun akmasını, üreteç elektrik akımının devre boyunca dolaşmasını sağlar. | *Basit elektrik devresi*

Elektrik devresi; elektrik enerjisinin üretildiği, iletildiği ve tüketildiği bir sistemdir. Bu sistem; bir enerji kaynağı olan üreteç, bir kontrol elemanı olan anahtar, bir direnç, elektrik akımı ve bir iletken telden oluşmaktadır.

Direnç: Bir iletkenin elektrik akımına karşı gösterdiği zorluktur. *R* sembolü ile gösterilen direncin birimi ohmdur (Ω).

Elektrik Akımı: Bir iletken içerisindeki yük taşıyıcılarının belirli bir yönde hareket etmesiyle oluşur. *I* sembolü ile gösterilen direncin birimi amperdir (A).



İletken Tel: Elektrik devresinde devre elemanlarını birbirine bağlayan ve elektrik enerjisinin iletimini sağlayan kablodur.

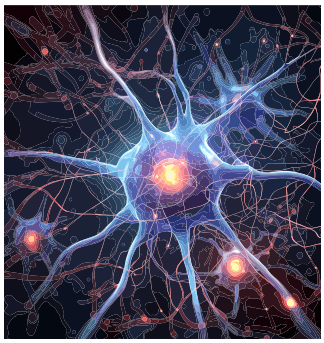
Anahtar: Elektrik akımının devredeki akışını kontrol eden elemandır. Anahtar kapalıyken devre tamamlanır ve devreden elektrik akımı geçer.

Üreteç: Elektrik devresinde potansiyel fark oluşturup, elektronları harekete geçirerek elektrik akımının oluşmasını sağlar. *V* sembolü ile gösterilen üretecin birimi volttur (V).

3.2. ELEKTRİK AKIMI

Konuya Başlarken

Sinir sistemi, karmaşık bir elektriksel iletişim ağıdır. Beyinden parmak uçlarına kadar uzanan sinir hücreleri, elektriksel sinyaller aracılığıyla birbiriyle iletişim kurar. Sinir sistemindeki elektriksel sinyaller ile elektrik devresindeki elektrik akımı yüklü parçacıkların hareketi ile ilişkilidir. Yüklerin hareketi, elektrik devresinde elektrik akımını, sinir sisteminde ise elektriksel sinyalleri oluşturur. Elektrik devreleri enerji taşır, sinir sistemi bilgi taşır. Bu sayede sinir sistemi, vücut fonksiyonlarını düzenler.



Sinir hücresi

Sinir hücrelerindeki elektrik akımının kesintiye uğraması sonucunda vücutta ne tür etkiler gözlemlenebilir?

Kişinin eline bir diken batmasıyla bundan duyulan acının aynı anda hissedilmesini sağlayan etken ne olabilir?

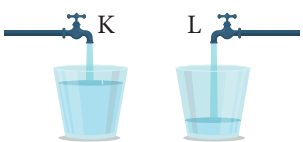
Taşınan yükün fazlalığı, insan vücudunu ne şekilde etkileyebilir?

3.2. Etkinlik

Adı	ELEKTRİK AKIMI
Amaç	Elektrik akımının bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda hazırlayacağınız kavram haritası öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

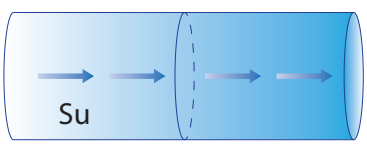
1. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.

2.

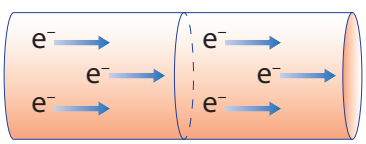


Su borusundan birim zamanda geçen su miktarına **debi** denir. Yandaki görselde aynı anda açılıp kapatılıncaya kadar geçen zaman içinde K ve L musluklarından boş ve özdeş kaplara akan su miktarı gösterilmiştir. Buna göre K ve L musluklarından akan suyun debilerini karşılaştırınız.

3. Şekil 1'deki borudan akan suyun ve Şekil 2'deki iletken telden sürüklenen yüklerin hareketini inceleyerek verilen soruları cevaplayınız.



Şekil 1: Su borusundan akan su



Şekil 2: İletken telden geçen yükler

a) Suyun boru kesitinden sabit debide akışı elektrik devresindeki hangi kavrama karşılık gelir?

b) Su miktarının birim zamanda borunun kesitinden az ya da çok geçmesi, elektrik akımı ile nasıl ilişkilendirilebilir?

c) Kaplarda biriken su miktarları elektrik devresinde hangi kavrama karşılık gelir?

ç) Elektrik akımının bağlı olduğu değişkenleri ve değişkenler arasındaki ilişkiyi diğer gruplar ile tartışarak belirleyiniz.

Değerlendirme

1. Basit elektrik devresindeki elektrik akımı, yük ve zaman kavramları su analojisinde hangi unsurlara karşılık gelmektedir?

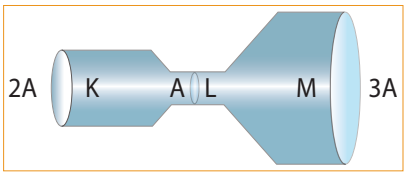
Elektrik Akımı:

Yük:

Zaman:

2. Su analojisiyle elektrik akımı, yük ve zaman arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile kısaca açıklayınız.

3.



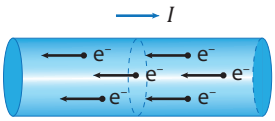
İletken bir telin kesitleri şekildeki gibi sırasıyla K, L, M ve kesit alanları ise 2A, A, 3A olarak verilmiştir.

Buna göre tel boyunca kesitlerden geçen toplam yük miktarlarını su analojisi ile karşılaştırarak yazınız.

4. Bir iletkendeki elektrik akımı ile ilgili değişkenlere ve bu değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik kavram haritasını aşağıdaki alanda hazırlayınız.

"Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşmak için yandaki karekodu kullanınız.

Elektrik akımı, yüklü parçacıkların hareketi sonucunda oluşur. Elektrik yüklerinin kaynağı, atomun yapısında bulunan elektron ve protonlardır. Bir elektronun yükü $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C'dur [coulomb (kulom)]. Protonun yük miktarı, elektronun yük miktarına eşittir.



Şekil 3.4: *Bir iletkendeki elektronların ve elektrik akımının yönü*

Bir iletkenin dik kesitinden yüklerin cinsine bakılmaksızın birim zamanda geçen toplam yük miktarına **elektrik akımı** denir. I sembolü ile gösterilen akımın SI'da birimi amperdir (A). Şekil 3.4'te bir iletkende elektronların ve elektrik akımının yönü gösterilmektedir. Elektrik akımının yönü elektronların hareket yönüne zıt yöndedir.

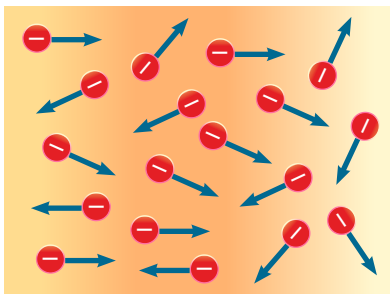
Bir iletkende birim zamanda geçen yük miktarı ile elektrik akımı doğru orantılıdır. Bir iletkenin dik kesitinden geçen toplam yük miktarı q, yükün kesitten geçme süresi t ve elektrik akımı I olarak alındığında elektrik akımının büyüklüğü

$I = \frac{q}{t}$ matematiksel modeliyle bulunur.

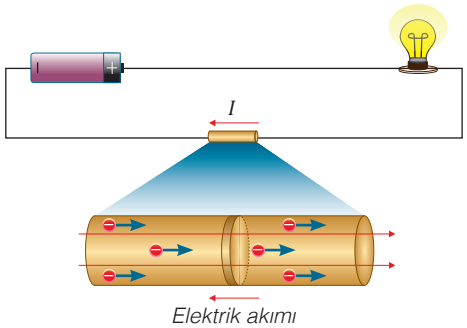
Katı iletkenlerde elektrik akımı, serbest elektronların hareketiyle gerçekleşir. Metallerin atomlarının dış yörüngelerinde bulunan serbest elektronlar, iletken içinde serbestçe hareket eder. Bu serbest elektronlar, uygulanan potansiyel fark ile yavaşça pozitif kutba doğru sürüklenir. Elektrik akımının oluşumu, bu sürüklenme hareketi sonucunda meydana gelir. Metallerin kristal yapıları içinde serbest elektronların sayıca fazla olmasından dolayı metaller yüksek elektriksel iletkenlik özelliği gösterir.

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Şekil 3.5.a'da serbest elektronların düzensiz hareketleri gösterilmektedir. Şekil 3.5.b'de gösterildiği gibi iletkene gerilim kaynağı bağlandığında serbest elektronlar belirli bir yönde ve kapalı devre boyunca hareket eder.



a) İletkendeki serbest elektronlar

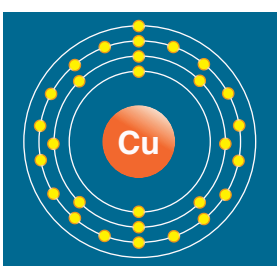


b) Potansiyel fark altında hareket eden elektronlar

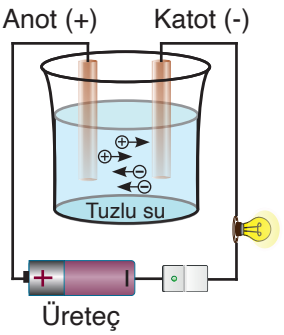
Şekil 3.5: *Bir iletkendeki serbest ve potansiyel fark altındaki elektronların hareketi*

Elektrik devresindeki elektrik akımı, üretecin pozitif (+) kutbundan negatif (–) kutbuna doğrudur. Bu sırada elektronlar, negatif kutuptan pozitif kutba doğru hareket eder.

Atomlar katı bir cisim oluşturmak için bir araya geldiğinde atomların dış yörüngelerinde bulunan elektronlar, o katı cismin iletkenliğini belirler. Metaller, oda sıcaklığında elektrik akımını iyi ileten katı maddelerdir. Şekil 3.6'da örneği verilen bakır atomunun son yörüngesinde bulunan serbest elektron, bakıra iletkenlik özelliği kazandırır. Yalıtkan maddeler, iletkenlerin aksine serbest elektrona sahip olmadığından elektriği iletmez.



Şekil 3.6: *Bakır atomunun yapısı*

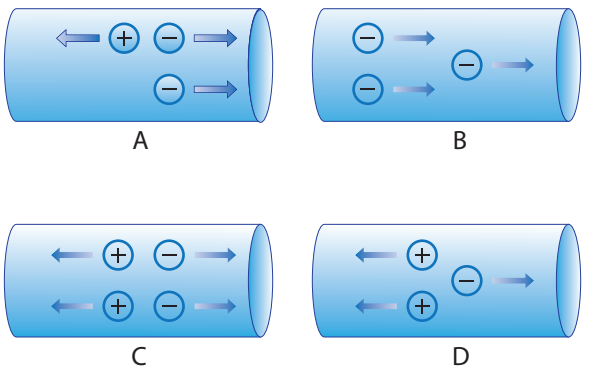


Şekil 3.7: *Tuzlu suyun iyonlarına ayrılması*

Sıvılarda elektrik akımı, sıvı içindeki iyonlar aracılığıyla gerçekleşir. Şekil 3.7'de tuz ile sudan oluşan bir çözelti gösterilmektedir. Bu çözelti anot ve katot elektrotlar aracılığı ile üretece bağlandığında tuz, pozitif yüklü sodyum (Na^+) iyonları ile negatif elektrik yüklü klor (Cl^-) iyonlarına ayrılır. Pozitif yüklü iyonların (katyonlar) negatif kutba (katot), negatif yüklü iyonların (anyonlar) pozitif kutba (anot) doğru hareket etmesiyle elektrik akımı oluşur.

Normal koşullarda gazlar, elektriği iletmez ancak düşük basınç ve yüksek sıcaklık altında iletken hâle gelebilir. Bunun temel nedeni, gaz atomlarının veya moleküllerinin birbirinden uzakta olması ve serbest elektronlarının bulunmamasıdır. Bununla birlikte düşük basınç ve yüksek sıcaklık altında gaz atomlarındaki elektronlar koparak serbest hâle geçebilir. Bu serbest elektronlar veya iyonlar, gazın elektrik akımını iletmesini sağlar. Bu durum, neon ve floresan lambalar gibi aydınlatma araçları ile plazma televizyonlarında gözlemlenir.

Örnek



Bir laboratuvarda çözelti içerisindeki elektrik akımının nasıl oluştuğunu belirlemek amacıyla tasarlanan deneyde içlerinde farklı iletken çözeltiler bulunan A, B, C ve D tüpleri kullanılmaktadır. Bu tüplerden aynı zamanda geçen pozitif ve negatif yüklü iyonlar yandaki şekilde gösterilmektedir.

Buna göre tüplerde oluşan I_A, I_B, I_C ve I_D elektrik akımlarını hesaplayarak karşılaştırınız.

Çözüm

Elektrik akımı, yük ve zaman arasındaki ilişkiyi veren $I = \frac{q}{t}$ matematiksel modeli kullanılarak A, B, C ve D tüplerindeki tüm yükler işaretlerine bakılmaksızın toplanır.

Bu durumda

A tüpünde 1 pozitif ve 2 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 3 birim,

B tüpünde 3 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 3 birim,

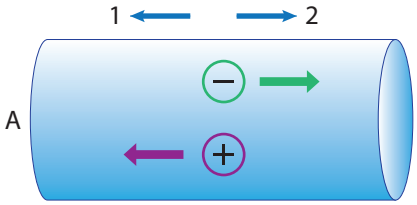
C tüpünde 2 pozitif ve 2 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 4 birim,

D tüpünde 2 pozitif ve 1 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 3 birim olur.

Elektrik akımı birim zamanda iletkenin kesitinden geçen elektrik yükü miktarıyla doğru orantılı olduğundan tüplerden geçen elektrik akımları arasındaki ilişki,

$I_C > I_A = I_B = I_D$ şeklindedir.

3.2. Soru



Bir aracın aküsü bittiğinde başka bir aracın aküsü ile doldurulabilir. Bu süreçte çalışan aracın aküsünden geçen elektrik akımı biten aküye akar. Yeterli enerji sağlandığında aküsü biten araç çalıştırılabilir.

Yandaki şekilde aküden aktarılan yüklü parçacıkların temsilî hareketi gösterilmektedir. Negatif yüklü bir elektron, 2 yönünde ve pozitif yüklü bir iyon, 1 yönünde hareket etmektedir.

Buna göre

a) Elektronun ve pozitif yüklü iyonun hareket yönleri göz önüne alındığında elektrik akımı hangi yönde oluşur?

b) Elektronlar akünün hangi kutbuna doğru hareket eder? Elektronların hareketi, elektrik devresindeki hangi olayı açıklar?

Cevap

Örnek

Katı bir iletkenin bir kesitinden 2 s'de $10 \cdot 10^{19}$ tane elektron geçmektedir.

Buna göre iletkendeki elektrik akımı kaç A olur?

(1 elektronun yükü $q = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C alınız.)

Çözüm

İletkenden geçen yük miktarı

$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^{19} = 16$ C olur.

Bulunan değer, elektrik akımının matematiksel modelinde yerine konduğunda

$I = \frac{q}{t} = \frac{16}{2} = 8$ A bulunur.

3.3. Soru

Bir elektrik devresinde serbest elektronların sürati yaklaşık olarak 10^{-4} m/s seviyesinde olmasına rağmen anahtar kapatıldığı anda lamba ışık verir.

Elektronların bu kadar yavaş hareket etmesine rağmen lambanın anahtar kapatıldığı anda ışık vermesinin sebebini açıklayınız.

Cevap

Kontrol Noktası

Elektrik yüklerinin kaynağı, atomun çekirdeğinde bulunan pozitif yüklü protonlar ve çekirdeğin etrafında hareket eden negatif yüklü elektronlardır. Serbest elektronun hareketi, elektrik akımının temelini oluşturur.

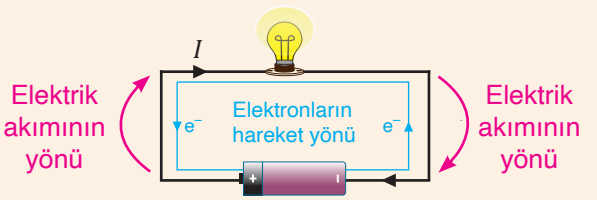
Bir iletkenin dik kesitinden birim zamanda (yüklerin cinsine bakılmaksızın) geçen yük miktarına **elektrik akımı** denir.

İletkenin dik kesitinden geçen toplam yük miktarı q, yükün geçme süresi t olmak üzere

$$Elektrik\ akımı = \frac{Yük\ miktarı}{Zaman} \Rightarrow I\ \frac{q}{t}$$

matematiksel modeli ile ifade edilir.

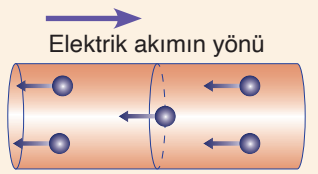
Birim tablosu aşağıda verilmiştir:



Elektrik Akımı	Yük	Zaman
I	q	t
Amper (A)	Coulomb (C)	Saniye (s)

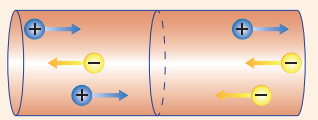
Bir elektronun yükü $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{19}$ C ve bir protonun yükü $q_p = +1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C'dur.

Katılarda ve iletken metallerde elektrik akımı, serbest hâldeki elektronların hareketi ile sağlanır. İletkenden geçen akımın yönü, elektronların hareket yönünün tersidir.



Serbest elektronların hareketi

Sıvılarda ve elektrolit çözeltilerinde elektrik akımı, pozitif ve negatif yüklü iyonların hareketi ile sağlanır. Sıvı iletkenden geçen akımın yönü, pozitif iyon ile aynı yöndedir.


+ ve – iyonların hareketi

Normal şartlarda gazlar, elektriği iletmez ancak yüksek sıcaklık ve düşük basınçta veya güçlü bir elektrik alanı altında iletken hâle gelebilir.

3.3. OHM YASASI

Konuya Başlarken

Mühendisler ve elektrik teknisyenleri tarafından devre tasarımı yapılırken elektrik akımı, potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişki kullanılır. Bu ilişki, cihazların doğru şekilde çalışması için gerekli olan bileşenlerin (direnç, üreteç vb.) nasıl kullanılacağının belirlenmesini sağlar. Cihazlar, doğru potansiyel fark ve direnç değerlerinde çalıştırılmadığında aşırı ısınarak zarar görebilir hatta yangın çıkmasına neden olabilir. Bunun gibi tehlikeleri önleyebilmek adına elektrik akımı, potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekir. Bu ilişkinin bilinmesi, cihazların verimli çalıştırılabilmesini de sağlar.

Cihazların güvenli şekilde çalışmasında yararlanılan ölçüm aletlerinin faydaları neler olabilir?

3.3. Etkinlik

Adı	BASİT ELEKTRİK DEVRESİNİN BİLEŞENLERİ
Amaç	Basit elektrik devresinde potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Devre tahtası [breadboard (bredbord)], direnç, voltmetre, ampermetre, güç kaynağı, bağlantı kabloları
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Hazırlayacağınız poster, etkinliğin sonunda öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

1. Aşağıda verilen metni okuyarak soruları cevaplayınız.

Elektrik devreleri analiz edilirken direncin uçları arasındaki potansiyel fark ve direnç bilindiğinde direncin içinden geçen elektrik akımı hesaplanabilir. Aynı şekilde bir devre elemanının direnci ve direncin içinden geçen elektrik akımı bilindiğinde devrenin uçları arasındaki potansiyel fark hesaplanabilir.

Çamaşır makinesinin düzgün çalışmadığını ve kablosunun ısındığını fark eden teknisyen, ölçüm aletlerini kullanarak sistemi kontrol etmek ister.

a) Makinenin direnç değerinin sabit kalması durumunda kablonun ısınmasını elektrik akımı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

b) Şebekeden gelen potansiyel fark değerinin düşük olması durumunda elektrik akımındaki değişimin makinenin çalışmasına etkisi ne olur?

c) Potansiyel farkın sabit kalması durumunda (şebeke gerilimi) devrede kullanılan direncin değeri artırılırsa elektrik akımında nasıl bir değişim olur?

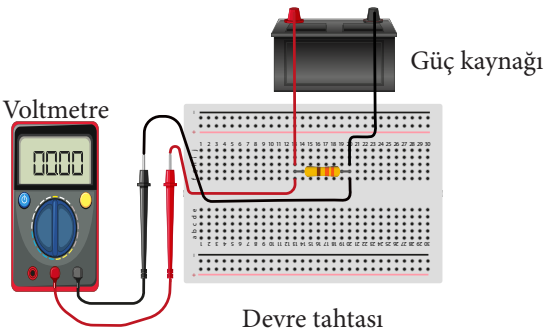
2. Potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerinizi belirterek hipotez kurunuz.

3. Öğretmeninizin rehberliğinde benzer hipotez kurduğunuz arkadaşlarınızla grup oluşturunuz.

4. Grubunuz ile seçtiğiniz bir direnç için basit elektrik devresi tasarlayınız. Deneyden önce sağlığınızı olumsuz etkileyebilecek elektrik çarpması gibi risk faktörlerine karşı gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.

5. Bir devre elemanının uçları arasındaki potansiyel farkı ve devrenin üzerinden geçen elektrik akımını ölçme yöntemleri ile ilgili aşağıda bir bilgi metni verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda ölçümleri yapınız.

Potansiyel Fark Ölçümü: Devre tahtası üzerine şekildeki gibi bir direnç yerleştirilir. Direncin uçları arasına bir güç kaynağı bağlanarak direncin uçları arasına bir potansiyel fark uygulanır. Voltmetrenin artı ve eksi uçları, direncin uçlarının takıldığı noktalara gelecek şekilde devre tahtasına yerleştirilir (Voltmetrenin uçlarının direncin hangi ucuna takıldığı önemsizdir.). Direncin uçları arasındaki potansiyel farkın ölçümü yapılarak kaydedilir.

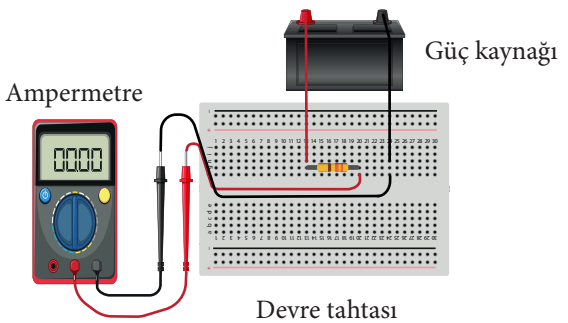


Direnç değeri:

Kaynağın potansiyel fark değeri:

Voltmetrede okunan değer:

Akım Ölçümü: Şekildeki gibi gerilim kaynağının direnç ile olan bağlantısı devre tahtasından ayrılarak devre tahtasının üzerindeki başka bir noktaya yerleştirilir. Ampermetrenin artı ucu direncin boşta kalan ayağının olduğu yere, eksi ucu gerilim kaynağının eksi ucunun devre tahtası üzerinde takıldığı yere yerleştirilir. Kaynaktan devreye bir önceki deneyde uygulanan potansiyel fark değeri verilerek direncin üzerinden geçen akım ölçülür ve kaydedilir.



Direnç değeri:

Kaynağın potansiyel fark değeri:

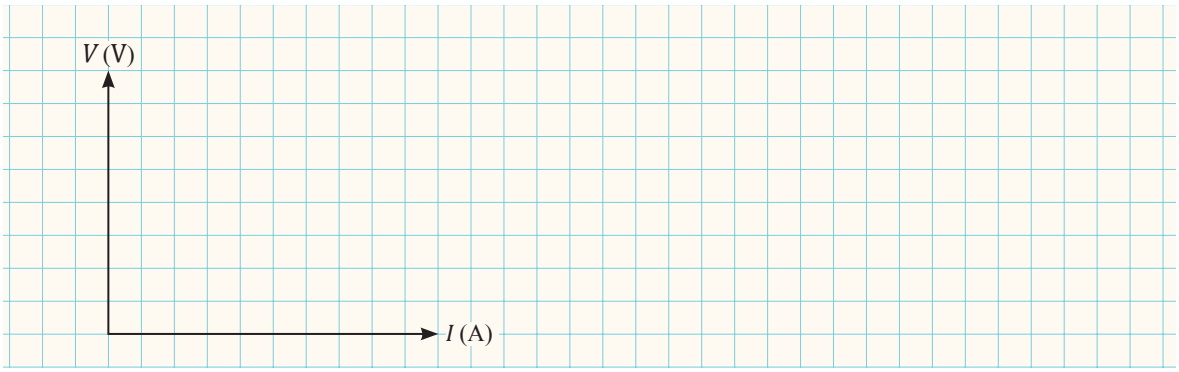
Voltmetrede okunan değer:

6. Dirence 1-12 *V* aralığında üç farklı potansiyel fark değeri uygulayınız. Her bir potansiyel fark değeri için direncin uçları arasındaki potansiyel farkı ve direnç üzerinden geçen akımı ölçüm aletleri ile okuyarak tabloya yazınız.

Direnç değeri:……. Ω

Güç Kaynağının Potansiyel Fark Değeri (V)	Voltmetrede Okunan Potansiyel Fark (V)	Ampermetrede Okunan Elektrik Akımı (mA)

7. Tablodaki potansiyel fark (V) ve elektrik akımı (I) değerlerini kullanarak V-I grafiğini çiziniz ve analiz ediniz.



8. Grafiğin eğimini hesaplayınız ve bulduğunuz değeri kullandığınız direnç değeri ile karşılaştırınız.

9. Direnç sabit olduğuna göre uygulanan potansiyel fark ile elektrik akımı arasındaki ilişkiyi analiz ederek yazınız.

10. Yapılan analizden yararlanarak elektrik akımı, direnç ve potansiyel fark arasında matematiksel model oluşturunuz. Kavramlar arasındaki ilişkiyi gösteren bir genelleme cümlesi yazınız.

11. Basit elektrik devresinde bulunan reosta aracılığıyla direnç değeri iki katına çıkarıldığında ve başka bir basit elektrik devresindeki direncin kesit alanı iki katına çıkarıldığında elektrik akımında meydana gelecek değişimleri yorumlayınız.

Değerlendirme

1. Trafik yoğunluğunu azaltmak için yapılabilecek çalışmaları potansiyel fark, direnç ve elektrik akımı kavramları ile ilişkilendirerek açıklayınız.

2. Elektrik akımı, direnç ve potansiyel fark arasındaki ilişkilerin gözlemlenebileceği bir deney tasarlayınız ve bu tasarımınızı A4 kâğıdına çizerek poster şeklinde sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

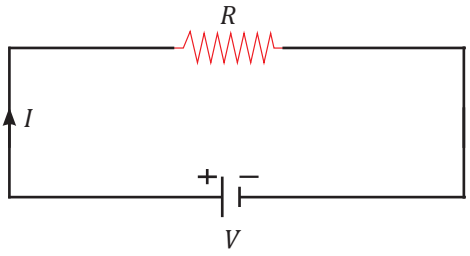
Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

George Simon Ohm

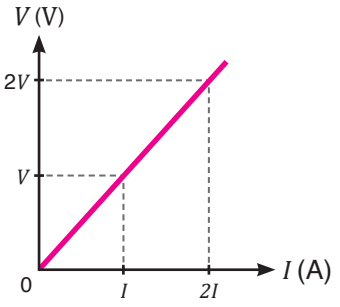
16 Mart 1789'da Almanya'nın Erlangen (Erlangen) şehrinde doğmuş ve 6 Temmuz 1854'te Münih'te (Münih) vefat etmiş bir fizikçi ve matematikçidir. George Simon; elektrik devrelerindeki potansiyel fark, akım ve direnç arasındaki ilişkinin tanımlandığı Ohm Yasası ile tanınır. Ohm Yasası, elektrik ve elektronik alanlarında temel bir ilkedir. Ohm birimi, onun adına ithafen verilmiştir.

Basit bir elektrik devresinde serbest elektronların hareketi, devreye uygulanan potansiyel fark ile ilişkilidir. Alman fizikçi George Simon Ohm (Corç Zaymın Ohm) bu ilişkiyi şu şekilde açıklamıştır: "Sabit sıcaklıkta bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkın bu iletkenden geçen elektrik akımına oranı sabittir ve bu sabit değer, iletkenin direncine eşittir." Bu ilişki **Ohm Yasası** olarak adlandırılır.

Şekil 3.8'de basit bir elektrik devresinin şematik gösterimi verilmiştir. Ohm Yasası'na göre devredeki direncin uçları arasındaki potansiyel fark arttıkça devreden geçen akımın şiddeti de potansiyel farkla doğru orantılı olarak artar. Buna göre *V-I* grafiği Grafik 3.1'deki gibi olur. *V-I* grafiğinin eğimini veren $\frac{Potansiyel\ fark}{Elektrik\ akımı}$ oranı sabittir ve bu sabit değer, iletkenin direncine eşittir.



Şekil 3.8: *Basit elektrik devresinin şematik gösterimi*

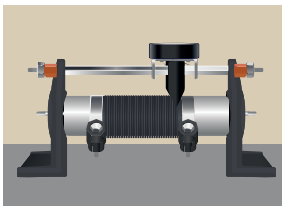


Grafik 3.1: *V-I grafiği*

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Ohm Yasası'na göre bir iletkenin direncinin (R), iletkenin uçları arasındaki potansiyel fark (V) ve iletkenden geçen elektrik akımı (I) ile ilişkisi,

$Direnç = \frac{Potansiyel\ fark}{Elektrik\ akımı}$ matematiksel modeli ile veya sembolik olarak $R = \frac{V}{I}$ şeklinde gösterilir.

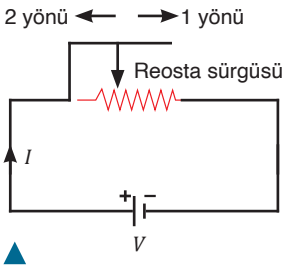


Görsel 3.2: *Reosta*

Potansiyel farkın birimi volt, elektrik akımının birimi amper olduğunda direncin birimi ohm olur ve **Ω** sembolüyle gösterilir. Buna göre

$Ohm = \frac{Volt}{Amper}$ veya birim olarak $\Omega = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}$ şeklinde gösterilebilir.

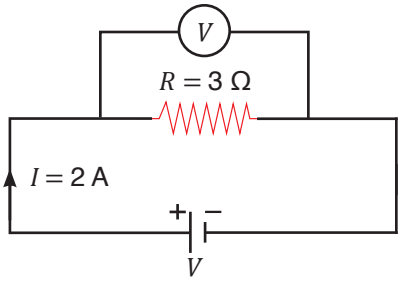
Sabit potansiyel fark altındaki bir devreden geçen akımın büyüklüğünün değiştirilmesi için devredeki iletkenin direnç değeri değiştirilmelidir. Bir iletkenin direnci; iletkenin boyutlarını değiştirmek, farklı maddeden yapılmış bir iletken tercih etmek, ayarlanabilir bir direnç olan reosta (Görsel 3.2) kullanmak gibi yöntemlerle ayarlanabilir. Reostanın elektrik devrelerindeki şematik gösterimi şeklindedir.



Şekil 3.9: *Reostalı basit devre şeması*

Şekil 3.9'da reosta kullanılan basit bir devre şeması gösterilmiştir. Şekildeki reosta sürgüsü 1 yönünde çekilirse direncin değeri azalır ve buna bağlı olarak devredeki elektrik akımı artar. Reosta sürgüsü 2 yönünde çekilirse direnç değeri artar ve buna bağlı olarak devredeki elektrik akımı azalır. Bu devre yapısı; ütü, fırın, saç kurutma makinesi gibi sıcaklığın ayarlanabildiği cihazlarda kullanılmaktadır.

Örnek



Yandaki şekilde iletken kablo, direnç ve üreteçten oluşan basit bir elektrik devresi verilmiştir. Devredeki 3 Ω'luk direncin üzerinden 2 A akım geçmektedir.

Buna göre devrede kullanılan üretecin uçları arasına bağlanacak olan bir voltmetrenin gösterdiği değer kaç V olur?

Çözüm

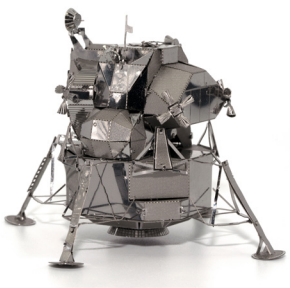
Ohm Yasası'nın matematiksel modeli,

$R = \frac{V}{I}$ dır. Bu eşitlik $V = I \cdot R$ şeklinde yazılabilir.

Buna göre devredeki voltmetrenin okuduğu değer,

$V = 2 \cdot 3 = 6$ V olur.

3.4. Soru



Apollo 13'ün görevi sırasında hizmet modülündeki oksijen tankı patlamış ve astronotlar Ay modülünü kullanarak Dünya'ya dönmek zorunda kalmıştır. Bununla birlikte uçak modülündeki bataryalar yalnızca kısa süreli enerji sağlayacak şekilde tasarlanmış olduğundan modülde harcanacak toplam elektrik akımı 20 A'i aşmamalıdır.

Astronotların kullanması gereken haberleşme cihazının direnci 2 Ω ve potansiyel farkı 28 V iken yaşam destek sisteminin direnci 1 Ω ve potansiyel farkı 12 V'tur.

Buna göre

a) Astronotlar Dünya'ya dönebilmek için cihazları nasıl kullanmalıdır? Açıklayınız.

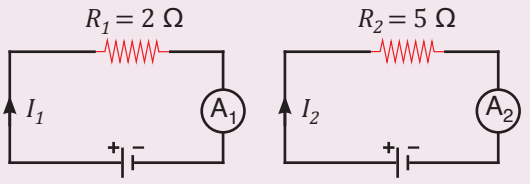
b) Haberleşme cihazındaki potansiyel fark 28 V'tan 16 V'a düşürüldüğünde cihazın güç kaynağından çektiği akım kaç A olur?

Cevap

Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız. Çalışma yaprağı öğretmeniniz tarafından "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

1.



Zeynep'in Kurduğu Devre — Hasan'ın Kurduğu Devre

Zeynep ve Hasan; basit bir elektrik devresindeki ana kol elektrik akımını ölçmeyi öğrenmek amacıyla laboratuvarda ampermetre, iletken kablolar, üreteç ve direnç kullanarak iki farklı basit elektrik devresi oluşturmuşlardır. Zeynep, şekildeki gibi 2 Ω'luk bir direnç ve 10 V'luk üreteç; Hasan ise 5 Ω'luk bir direnç ve 20 V'luk üreteç kullanarak kendi devrelerini kurmuşlardır.

(Üreteçlerin iç direncini ihmal ediniz.)

Buna göre

a) Zeynep'in A_1 ampermetresinde okuduğu değer kaç A olur?

b) Hasan'ın A_2 ampermetresinde okuduğu değer kaç A olur?

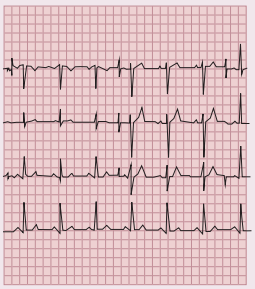
c) Zeynep kendi üretecini ve Hasan'ın direncini kullanırsa A_1 ampermetresinde okunan değer kaç A olur?

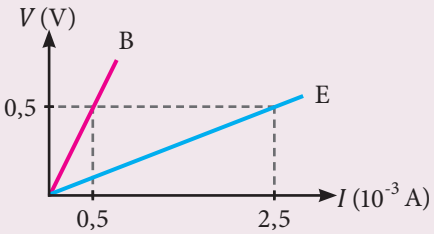
ç) Hasan kendi üretecini ve Zeynep'in direncini kullanırsa A_2 ampermetresinde okunan değer kaç A olur?

d) R_1 ve R_2 dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkı ölçmek için voltmetrenin devreye bağlanma şeklini çizerek gösteriniz.

2. Bir EKG (elektrokardiyogram) cihazı, kalbin elektriksel aktivitelerini ölçerken vücuttaki elektrik sinyallerini de algılar. Bu sinyallerin gücü, vücudun direnci ve kalbin ürettiği potansiyel fark ile ilişkilidir.

Ohm Yasası'na göre bu ilişki şu matematiksel model ile ifade edilir: $I = \frac{V}{R}$





***I*:** Elektrik akımı (A)

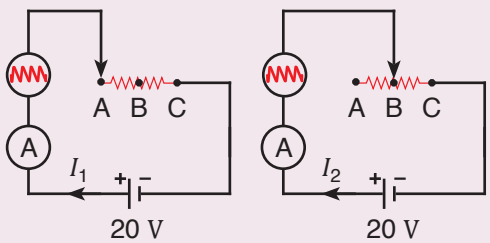
***V*:** Potansiyel fark (V)

***R*:** Direnç (Ω)

Bir EKG cihazı, kalbin elektriksel etkinliğini 0,5 V olarak ölçmektedir. Burak ve Erdinç'in EKG ölçüm sonuçlarına göre *V-I* grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre Burak ve Erdinç'in terli vücut dirençleri sırasıyla R_B ve R_E ise $\frac{R_B}{R_E}$ oranı kaçtır? Hesaplayınız.

3.



Dimmer bir devredeki lambanın parlaklığını ayarlayabilen kontrol mekanizmasıdır. Dimmerin devre şemasının bir bölümü şekildeki gibidir. Devrede kullanılan reostanın direnç değeri 10 Ω ve üretecin değeri 20 V'tur. Reostanın A-C noktaları arası eşit bir şekilde bölünmüştür.

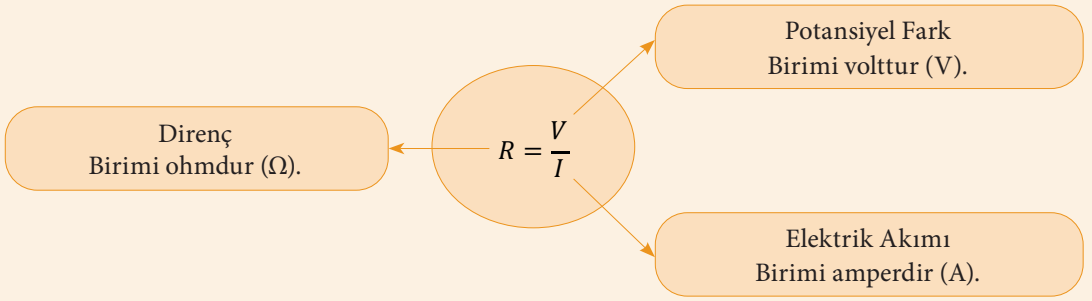
Reosta sürgüsü A noktasındayken ampermetrenin gösterdiği elektrik akımı I_1, B noktasındayken I_2 olduğuna göre $\frac{I_1}{I_2}$ oranı kaçtır?

(Üretecin iç direncini ihmal ediniz.)

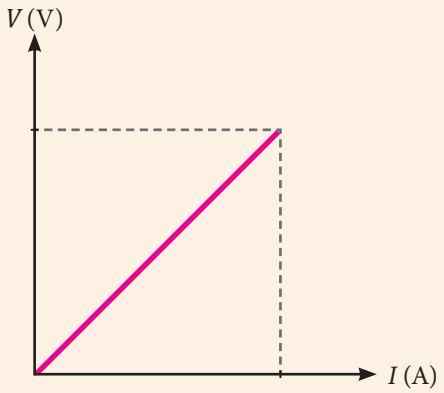
Yandaki karekodu kullanarak "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası

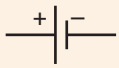
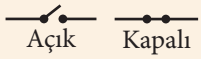
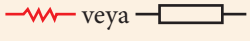
Ohm Yasası'na göre devredeki direncin uçları arasındaki potansiyel fark arttıkça devreden geçen elektrik akımı da potansiyel farkla doğru orantılı artar.

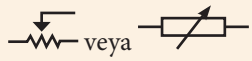


Ohm Yasası'na göre *V-I* grafiği şekildeki gibi olur:



Tabloda devre elemanları ile devre elemanlarının sembolleri gösterilmektedir:

Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Şematik Gösterimi
Üreteç	
İletken tel	
Anahtar	 Açık Kapalı
Direnç	 veya

Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Şematik Gösterimi
Lamba	veya
Reosta	 veya
Ampermetre	
Voltmetre	

3.4. DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

Konuya Başlarken

Günlük hayatta kullanılan buzdolabı, çamaşır makinesi, ütü, bilgisayar, aydınlatma lambası gibi cihazlar birden fazla devre elemanı içerdiğinden oldukça karmaşık elektrik devrelerine sahiptir. Elektrik devrelerinin önemli bir elemanı olan direnç; elektrik akımını sınırlamak, düzenlemek ya da akımın yönünü ve miktarını kontrol etmek amacıyla kullanılır. Örneğin ramazan ayında minareler arasına asılan mahya lambaları, parlaklıkları ve yanma sıralarının değişmesiyle görsel bir şölen oluşturur.

Cami minarelerindeki mahya görüntüsü

Mahya lambalarının birbirine bağlanmasında nelere dikkat edilmiş olabilir?

Mahyalardaki lambaların birkaçı patlasa bile diğer lambaların ışık vermeye devam etmesinin nedeni ne olabilir?

Evlerde bulunan sigortalardan biri attığında bazı cihazlar çalışırken bazılarının çalışmama nedeni ne olabilir?

3.1. Deney

Adı	DİRENÇLERİN BAĞLANMASI
Amaç	Dirençlerin seri, paralel ve birleşik bağlanmasının nedenlerine yönelik çıkarım yapabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Bağlantı kabloları, üreteç, ampermetre, voltmetre, ohmmetre, farklı değerlerde dirençler
Yönerge	Aşağıdaki deney adımlarını sırasıyla gerçekleştiriniz. Deney sonunda "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

Öğrenme sürecinize rehberlik etmesi amacıyla hazırlanan aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Ne Bilmek İstiyorum? Dirençlerin bağlanma türleri ile ilgili öğrenmek istedikleriniz	**Ne Bilmek İstiyorum?** Dirençlerin bağlanma türleri ile ilgili öğrenmek istedikleriniz	**Ne Öğrendim?** Deney sonunda öğrendikleriniz

Deneyin Yapılışı

1. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen çalışma grupları oluşturunuz. Grup çalışmasında adil bir iş dağılımı yaparak size verilen görevleri eksiksiz biçimde yerine getiriniz. Çalışmalarda aktif rol alarak birbirinize destek olunuz.

2. Dört direncin kaç farklı şekilde bağlanabileceğini gruptaki arkadaşlarınızla tartışınız.

3. Dirençlerin farklı bağlandığı devreleri aşağıdaki boş alana şematik olarak çiziniz.

4. Dirençlerle oluşturduğunuz bağlanma türlerini seri, paralel ya da birleşik olarak tanımlayınız.

5. Basit elektrik devresindeki bir dirence başka bir direncin seri bağlanması durumunda devrenin eşdeğer direncinin ne olabileceğini ana kol akımı ile ilişkilendirerek tahmin ediniz. Tahminlerinizi yazınız.

6. Basit elektrik devresindeki bir dirence başka bir direncin paralel bağlanması durumunda eşdeğer direnç değerinin ne olabileceğini ana kol akımı ile ilişkilendirerek tahmin ediniz. Tahminlerinizi yazınız.

7. İki direncin seri bağlı olduğu bir elektrik devresinde dirençlerden birine başka bir direncin paralel bağlanması durumunda devrenin eşdeğer direncinin ne olabileceğini ana kol akımı ile ilişkilendirerek tahmin ediniz.

8. Tahminleriniz doğrultusunda grup arkadaşlarınızla eşdeğer direnç ve ana koldaki akımın büyüklüğü ile ilgili kendi hipotezinizi kurunuz.

9. Üç direnç, bağlantı kabloları, üreteç, voltmetre, ampermetre, ohmmetre ile seri, paralel ve birleşik bağlanma türlerine yönelik bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyi aşağıda ilgili alana çiziniz.

(Deneyinizde üretecin potansiyel fark değerini sabit tutunuz.)

Seri Bağlı Devre	Paralel Bağlı Devre	Birleşik Bağlı Devre

10. Ohmmetrenin uçlarını direncin uçlarına gelecek şekilde devre tahtası üzerine yerleştiriniz. Ölçtüğünüz direnç değerlerini ilgili alana yazınız.

R_1 = …….. Ω R_2 = …….. Ω R_3 = …….. Ω

11. Ampermetre ve voltmetre ile kurduğunuz devreler üzerinde ölçüm yaparak tabloyu doldurunuz. Hipotezinizi test ediniz.

	Seri Bağlı Devre	**Paralel Bağlı Devre**	**Birleşik Bağlı Devre**
Eşdeğer Direnç Değeri (Ω)			
Ana Kol Akımı (A)			
Üretecin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			
R_1 Direncinin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			
R_2 Direncinin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			
R_3 Direncinin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			

12. Deney sonuçlarından yararlanarak dirençler üzerindeki potansiyel farklar ile üretecin üzerindeki potansiyel fark arasındaki ilişkiyi yazınız.

13. Ohm Yasası'nı kullanarak dirençler üzerinden geçen akımları hesaplayınız. Bu akım değerlerini ana kol akımı ile ilişkilendiriniz.

14. Deneydeki gözlemlerinizden çıkardığınız sonuçlara dayanarak voltmetrenin ve ampermetrenin devredeki bağlanma şekillerini yazınız.

15. Ana kol akımını ve Ohm Yasası'nı kullanarak eşdeğer direncin büyüklüğüne yönelik çıkarımlarınızı yazınız.

16. Elde ettiğiniz ana kol akımını ve üretecin potansiyel fark değerlerini kullanarak eşdeğer direncin büyüklüğünü Ohm Yasası ile test ediniz.

17. Bir elektrik devresine iletken bir telin paralel bağlanması durumunda devre üzerinde ne gibi etkiler meydana gelir? Açıklayınız.

Sorular

1. Seri, paralel ve birleşik bağlanma türlerini kendi cümlelerinizle tanımlayınız.

2. Seri, paralel ve birleşik bağlı dirençlerde eşdeğer direnç nasıl hesaplanır? Açıklayınız.

3. Dirençlerin farklı bağlanma türlerinde her bir direncin üzerinden geçen akım ile ana kol akımı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

4. Dirençlerin farklı bağlanma türlerinde her bir direncin uçları arasındaki potansiyel fark ile üretecin uçları arasındaki potansiyel fark arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

5. Deneyde dirençlerin seri, paralel ve birleşik bağlantıları konusunda öğrendiklerinizin özeti niteliğinde grup arkadaşlarınızla özverili bir çalışma yaparak bilgi görseli hazırlayınız. Hazırladığınız bilgi görselini sınıfta arkadaşlarınıza sununuz. Hazırladığınız bilgi görseli, öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU (GRUP ÇALIŞMASINA YÖNELİK)

Bu form grup çalışmasının bir üyesi olarak kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneği "X" ile işaretleyiniz.

Öğrencinin Adı Soyadı:

	Her Zaman (3)	Bazen (2)	Hiçbir Zaman (1)
1. Görev dağılımına uygun çalıştım.			
2. Grup arkadaşlarımla fikir alışverişinde bulundum.			
3. Grup arkadaşlarımla saygı çerçevesinde iletişim kurdum.			
4. Grup çalışmasında aktif görev aldım.			
5. Grup arkadaşlarımla yardımlaştım.			
6. Konu ile ilgili çeşitli kaynaklardan yararlandım.			
7. Elde ettiğim bilgileri doğru şekilde kaydettim.			
8. Zamanı etkili kullandım.			
TOPLAM PUAN			

Deneyi tekrar yapma şansım olsaydı şunları değiştirirdim:

.....

.....

.....

.....

Çalışmanın beni en çok etkileyen yönleri şunlardı:

.....

.....

.....

.....

Çalışmada en çok zorlandığım kısımlar şunlardı:

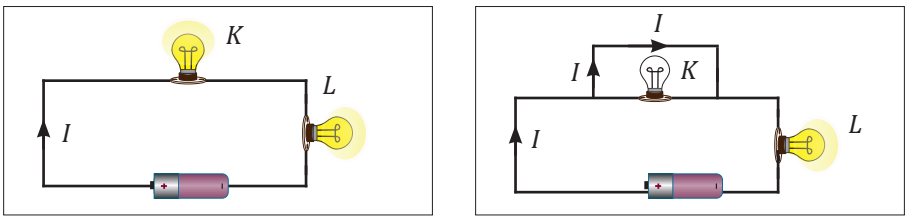
.....

.....

.....

.....

Basit elektrik devresinde (Şekil 3.10.a) dirençli bir devre elemanının iki ucu arasına direnci ihmal edilecek kadar küçük iletken bir telin bağlanması durumunda Şekil 3.10.b'deki gibi akımın tamamına yakını bu telin üzerinden geçer. Bu durumda devre elemanından ihmal edilecek kadar az akım geçtiğinden devre elemanı çalışmaz. Buna **kısa devre** denir. K lambası kısa devre sebebiyle ışık vermez.

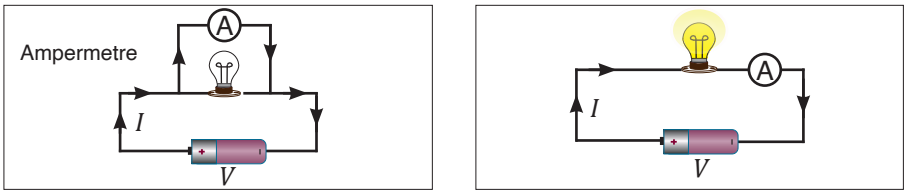


a) Lambaların ışık vermesi

b) Kısa devre durumunda lambanın ışık vermemesi

Şekil 3.10: *Basit elektrik devresi ve kısa devrenin gösterimi*

Elektrik devrelerinde elektrik akımını ölçmek için kullanılan devre elemanına **ampermetre** denir. Ampermetrenin devredeki şematik gösterimi —(A)— şeklindedir. Ampermetrenin direnci çok küçük olduğundan ihmal edilir. Ampermetrenin bir devre elemanına paralel bağlanması durumunda kısa devre oluşur ve devre elemanı çalışmaz (Şekil 3.11.a). Bu nedenle ampermetre, akımın ölçüleceği devre elemanına Şekil 3.11.b'deki gibi seri bağlanmalıdır.

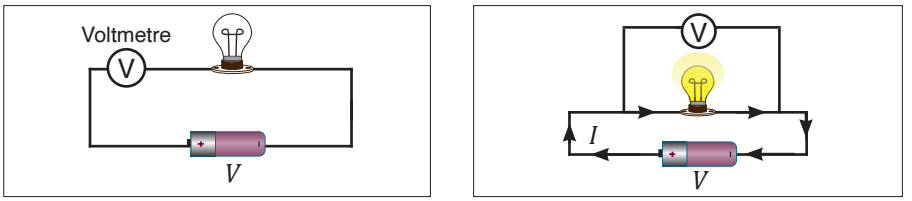


a) Ampermetre lambaya paralel bağlandığında lambanın ışık vermemesi

b) Ampermetre lambaya seri bağlandığında lambanın ışık vermesi

Şekil 3.11: *Ampermetrenin lambaya bağlanması*

Elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkı ölçmeye yarayan voltmetrenin iç direnci çok büyüktür. Voltmetrenin devredeki şematik gösterimi —(V)— şeklindedir. Voltmetrenin devreye seri bağlanması durumunda devrenin eşdeğer direnci çok büyük olacağından devreden ihmal edilecek kadar az akım geçer (Şekil 3.12.a). Bu durumda voltmetreye seri bağlı devre elemanı ışık vermez. Bu nedenle voltmetre devre elemanına Şekil 3.12.b'deki gibi paralel bağlanmalıdır.

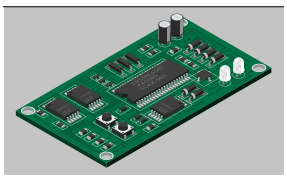


a) Voltmetre lambaya seri bağlandığında lambanın ışık vermemesi

b) Voltmetre lambaya paralel bağlandığında lambanın ışık vermesi

Şekil 3.12: *Voltmetrenin lambaya bağlanması*

Elektrik devrelerinde genellikle birden fazla direnç kullanılmaktadır. Dirençler; devrenin kullanım amacına göre seri, paralel veya birleşik şekilde bağlanmaktadır. Dirençlerden oluşan devrelerde birden fazla direncin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen dirence **eşdeğer direnç** denir. Eşdeğer direnç $R_{eş}$ sembolüyle gösterilir. Görsel 3.3'te farklı devre elemanları ve dirençten oluşturulmuş karmaşık bir elektrik devresi örneği gösterilmiştir.



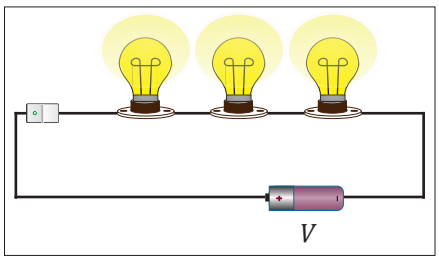
Görsel 3.3: *Elektrik devresi örneği*

Dirençlerin Bağlanma Türleri

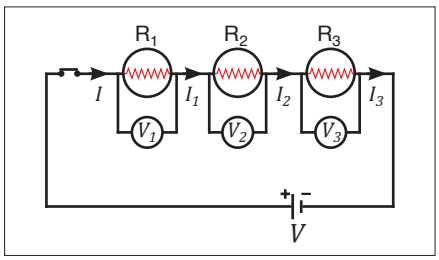
Elektrik devrelerinde dirençler; seri, paralel veya birleşik şekilde bağlanabilir. Dirençlerin farklı şekillerde bağlanması, devrenin toplam direnci olan eşdeğer direncini, dolayısıyla devreden geçen elektrik akımını etkiler. Dirençler farklı biçimlerde bağlanarak devredeki elemanlar için en uygun elektrik akımı ayarlanabilir. Bu durum, akımın güvenli ve verimli bir şekilde kontrol edilmesini sağlar.

Dirençlerin Seri Bağlanması

Bir devrede iki veya daha fazla direncin uç uca gelecek şekilde birleştirilmesiyle oluşan bağlanma şekline **dirençlerin seri bağlanması** denir. Şekil 3.13'te seri bağlı lambalar ve Şekil 3.14'te bu lambaların şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.13: *Lambaların seri bağlanması*



Şekil 3.14: *Seri bağlı üç lambanın şematik gösterimi*

Dirençlerin seri bağlanması, iletkenlerin uç uca eklenerek boyunun uzatılmasına benzetilebilir. Boyu uzayan iletkenin direnci artacağından devredeki seri bağlı direnç sayısı arttıkça devrenin eşdeğer direnci de artmaktadır.

Seri bağlı dirençlerin her birinin üzerinden geçen elektrik akımı ana kol akımına (I) eşittir. Dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımları I_1, I_2 ve I_3 ise

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

eşitliği yazılabilir.

Seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar, dirençlerin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkların büyüklükleri V_1, V_2 ve V_3 ise

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= I \cdot R_1 \\ V_2 &= I \cdot R_2 \\ V_3 &= I \cdot R_3 \end{aligned}\right\} \text{(1)}$$

bağıntıları ile ifade edilir. Üretecin potansiyel farkı ise $V = I \cdot R_{eş}$ (2) matematiksel modeli ile bulunur.

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkların toplamı, üretecin potansiyel farkına eşittir.

Bu durumda

$V = V_1 + V_2 + V_3$ yazılır. (3)

(1) ve (2) denklemleri (3) denkleminde yerine yazıldığında

$I \cdot R_{eş} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$ olur. Buradan

$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$ eşitliğine ulaşılır.

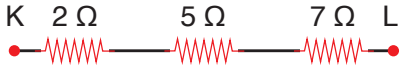
Eşdeğer direncin değeri, devredeki en yüksek direnç değerinden daha büyüktür.

Örnek

Bir öğrenci 2 Ω, 5 Ω ve 7 Ω büyüklüğündeki dirençler ile devre kurarak devrenin eşdeğer direncini ölçmek istemektedir.

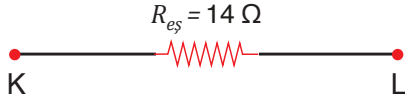
Buna göre devrenin eşdeğer direncinin en büyük olacağı devreyi çizerek eşdeğer direncin değerini hesaplayınız.

Çözüm



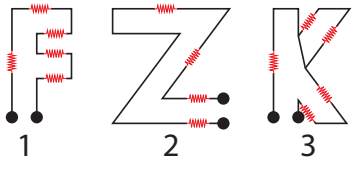
Dirençler seri olarak bağlandığında tüm dirençler toplanır ve en büyük eşdeğer direnç değerine ulaşılır. Bu durumda devre bağlantısı şekildeki gibi olur. Eşdeğer direncin büyüklüğü

$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 5 + 7 = 14\ \Omega$ olarak bulunur.



Eşdeğer direnç yandaki şekilde gösterilmiştir.

3.5. Soru

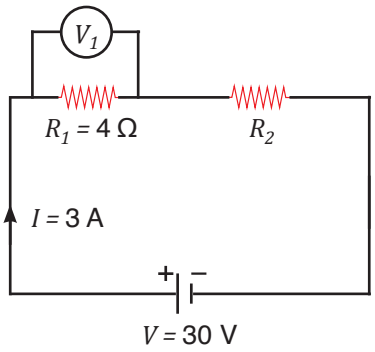


Özdeş dirençler ile şekildeki gibi 1, 2 ve 3 devreleri kurulmuştur. Bu devrelerin eşdeğer dirençleri sırasıyla R_1, R_2 ve R_3 olarak verilmiştir.

Buna göre R_1, R_2 ve R_3 eşdeğer dirençlerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

Cevap

Örnek



Ohm Yasası'nı anlamak için yapılan bir deneyde iç direnci ihmal edilen 30 V'luk bir üreteç ile R_1 ve R_2 dirençleri kullanılarak bir devre tasarlanmaktadır. Devrede dirençler seri olarak bağlandığında ana kol akımı 3 A olarak ölçülmektedir.

R_1 direncinin büyüklüğü 4 Ω olduğuna göre

a) V_1 voltmetresi kaç V değerini gösterir?

b) R_2 direncinin uçları arasındaki potansiyel fark kaç V olur?

c) R_2 direncinin büyüklüğü kaç Ω olur?

Çözüm

a) V_1 voltmetresi R_1 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı göstermektedir. Ohm Yasası'na göre V_1 voltmetresinin gösterdiği değer

$V_1 = I \cdot R_1$ matematiksel modelinden

$V_1 = 3 \cdot 4 = 12$ V olarak hesaplanır.

b) R_2 direncinin uçları arasındaki potansiyel fark

$V = V_1 + V_2$ eşitliğinden

$V_2 = 30 - 12 = 18$ V olarak hesaplanır.

c) R_2 direncinin büyüklüğü iki yöntemle bulunabilir:

1. Yöntem

Ohm Yasası'na göre

$V_2 = I \cdot R_2$ matematiksel modelinden

$18 = 3 \cdot R_2$

$R_2 = 6\ \Omega$ bulunur.

2. Yöntem

İki direnç birbirine seri bağlandığına göre dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımları birbirine eşittir. Bu durumda Ohm Yasası'na göre

$V = I \cdot R_{eş}$

$30 = 3 \cdot R_{eş}$

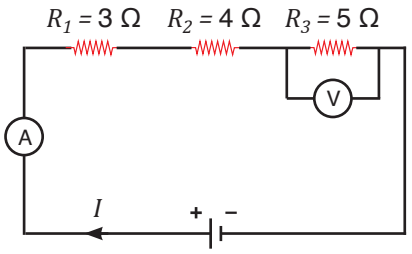
$R_{eş} = 10\ \Omega$ bulunur.

Seri bağlı devrede $R_{eş} = R_1 + R_2$ olduğuna göre

$10 = 4 + R_2$ eşitliğinden

$R_2 = 10 - 4 = 6\ \Omega$ bulunur.

3.6. Soru



Fizik öğretmeni, Elif'ten iç direnci ihmal edilen bir üreteç ve farklı büyüklüklerde dirençler kullanarak seri bağlı dirençlerden oluşan bir devre kurmasını istemiştir. Elif büyüklüğü 3 Ω, 4 Ω ve 5 Ω olan üç farklı direnç ile potansiyel fark değerini bilmediği bir üreteç kullanarak yandaki devreyi kurmuştur.

Öğretmeni, Elif'ten voltmetre kullanarak dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkları ve ampermetre kullanarak devreden geçen akımı ölçmesini istemiştir. Elif, büyüklüğü 5 Ω olan direncin uçları arasındaki potansiyel farkı 30 V olarak ölçmüştür.

Buna göre

a) Dirençlere seri bağlanan ampermetre kaç A değerini gösterir?

b) R_1 direncinin uçları arasına bağlanan voltmetre kaç V değerini gösterir?

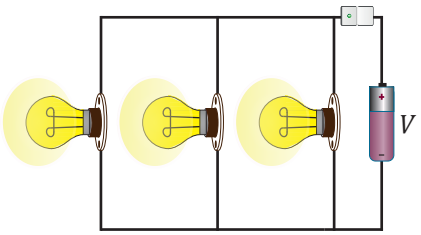
c) R_2 direncinin uçları arasına bağlanan voltmetre kaç V değerini gösterir?

ç) Üretecin uçları arasındaki potansiyel fark kaç V olur?

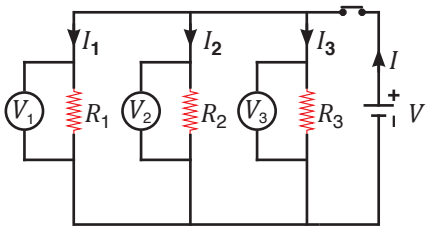
Cevap

Dirençlerin Paralel Bağlanması

Elektrik devresinde iki veya daha fazla direncin birer uçlarının bir noktada, diğer uçlarının da başka bir noktada birleştirilmesi ile oluşturulan bağlanma şekline **dirençlerin paralel bağlanması** denir. Şekil 3.15'te paralel bağlı lambalar ve Şekil 3.16'da bu lambaların şematik gösterimi verilmiştir.



▲ ***Şekil 3.15:*** *Lambaların paralel bağlanması*



▲ ***Şekil 3.16:*** *Paralel bağlı üç lamba ile oluşturulan elektrik devresinin şematik gösterimi*

İç direnci önemsiz bir üreteç paralel bağlı dirençlere bağlandığında dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar üretecin potansiyel farkına eşit olur. Bu durumda paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar eşit olduğundan

Bu durumda $V = V_1 = V_2 = V_3$ eşitliği yazılabilir.

Devrenin ana kol akımı (I) dirençlerin bulunduğu kollara ayrılarak kollardaki direnç değerleriyle ters orantılı olacak şekilde paylaşılır. Bu durumda

$$V = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3$$

eşitliği yazılır. Kollardaki dirençler üzerinden geçen elektrik akımlarının toplamı, ana koldaki elektrik akımına eşittir.

Bu durumda $I = I_1 + I_2 + I_3$ (1) eşitliği yazılabilir.

Dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımının büyüklükleri I_1, I_2 ve I_3 ise Ohm Yasası'na göre

$I_1 = \frac{V}{R_1}$, $I_2 = \frac{V}{R_2}$ ve $I_3 = \frac{V}{R_3}$ (2) olur.

Devrenin ana kol akımı $I = \frac{V}{R_{eş}}$ (3) matematiksel modeli ile bulunur.

(2) ve (3) matematiksel modelleri (1) eşitliğinde yerine yazıldığında

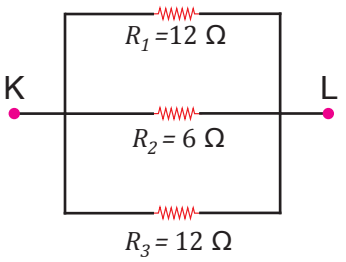
$\frac{V}{R_{eş}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$ olur. Buradan

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ elde edilir.

Dirençlerin paralel bağlanması, aynı boydaki iletkenlerin alt alta eklenerek kesit alanının artırılmasına benzetilebilir. Kesit alanı artan iletkenin direnci azaldığından devredeki paralel bağlı direnç sayısı arttıkça devrenin eşdeğer direnci de azalmaktadır. Paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci, her bir dirençten daha küçüktür.

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Örnek



Araç farları genellikle paralel bağlanır. Bu bağlanma şekli, farlardan birinin arızalanması durumunda diğer farın çalışmaya devam etmesini sağlar. Şekilde uzaktan kumandalı oyuncak bir arabanın iki ön farı ile tepesindeki ışığı temsil eden dirençlerin şematik gösterimi verilmiştir.

Oyuncak arabanın ön farları 12 Ω, tepe ışığı 6 Ω direnç değerine sahip olduğuna göre devrenin K-L noktaları arasındaki eşdeğer direncini hesaplayınız.

Çözüm

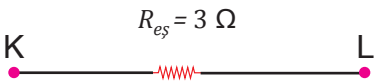
Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç değeri

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ matematiksel modeli ile bulunur. Devredeki direnç değerleri yerine yazıldığında

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

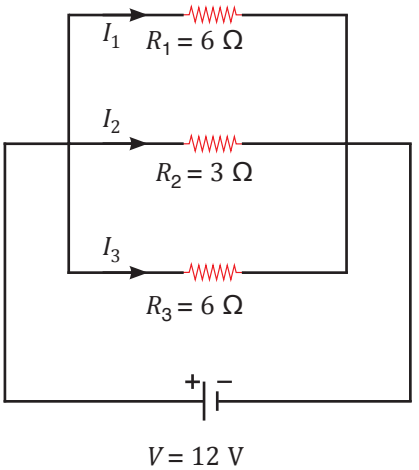
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{4}{12}$$

$R_{eş}$ = 3 Ω bulunur. Eşdeğer direnç



şeklinde gösterilir.

Örnek



Bir elektrik devresinde büyüklükleri R_1= 6 Ω, R_2= 3 Ω ve R_3= 6 Ω olan dirençler şekildeki gibi paralel bağlanmıştır. Dirençler üzerinden sırasıyla I_1, I_2 *ve* I_3 akımları geçmektedir.

Devreye 12 V potansiyel fark uygulandığına göre

a) Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark kaç V olur?

b) Dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımları I_1, I_2 ve I_3 kaç A olur?

c) Ana koldaki elektrik akımı kaç A olur?

(Üretecin iç direnci ihmal edilmiştir.)

Çözüm

a) Paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark, üretecin uçları arasındaki potansiyel farka eşittir. Bu durumda dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark

$V = V_1 = V_2 = V_3 = 12$ V olur.

b) R_1 direncinin üzerinden geçen elektrik akımı Ohm Yasası kullanılarak

$I_1 = \frac{V}{R_1}$ matematiksel modelinden $\frac{12}{6} = 2$ A bulunur.

R_2 direncinin üzerinden geçen elektrik akımı,

$I_2 = \frac{V}{R_2}$ matematiksel modelinden $\frac{12}{3} = 4$ A bulunur.

R_3 direncinin üzerinden geçen elektrik akımı ise

$I_3 = \frac{V}{R_3}$ matematiksel modelinden $\frac{12}{6} = 2$ A bulunur.

c) Ana koldaki elektrik akımı iki farklı yöntemle bulunabilir:

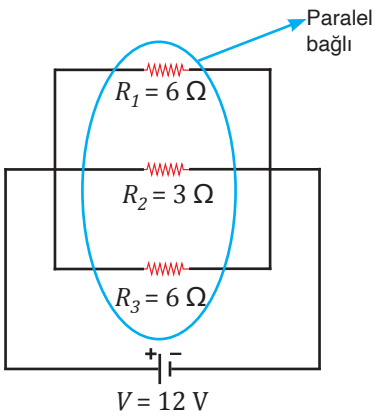
1. Yöntem

Paralel kollardaki akımların toplamı ana kol akımını verdiği için

$I = I_1 + I_2 + I_3$ eşitliğinden $2 + 4 + 2 = 8$ A bulunur.

2. Yöntem

Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç değeri



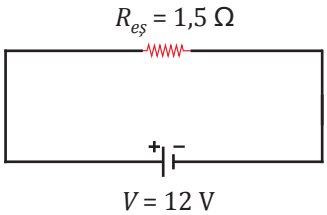
$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ eşitliği ile bulunur.

Devredeki direnç değerleri yerine yazıldığında

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{4}{6}$

$R_{eş} = 1{,}5\ \Omega$ bulunur.

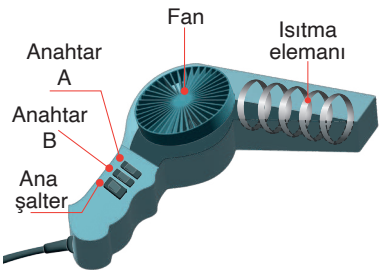


Buna göre ana elektrik akımı

$I = \frac{V}{R_{eş}}$ matematiksel modelinden

$I = \frac{12}{1{,}5} = 8$ A bulunur.

3.7. Soru



Saç kurutma makinesi

Esma, saçlarını kuruturken saç kurutma makinelerinin iki farklı ayarda nasıl çalışabildiğini merak eder ve bunu babasına sorar. Babası, saç kurutma makinesinin devre şemasındaki B anahtarının A anahtarına göre daha sıcak hava üflemek üzere tasarlandığını söyler.

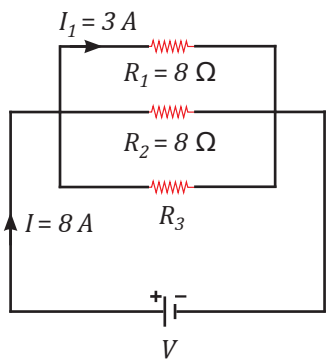
Buna göre

a) Saç kurutma makinesinin B anahtarı kapalıyken neden daha sıcak hava üflediğini açıklayınız.

b) Devre şemasının ne şekilde tasarlanmış olabileceğini arkadaşlarınızla tartışarak çiziniz.

Cevap

3.8. Soru



Bir öğrenci, okul projesi için bir elektrik devresi tasarlayacaktır. Öğrencinin elinde 2 adet 8 Ω'luk direnç ve değeri bilinmeyen farklı bir direnç (R_3) bulunmaktadır. Öğrenci, bilinmeyen direnci bulmak için bu üç direnç ile şekildeki gibi paralel bağlı bir devre oluşturmuştur.

Öğrenci, ampermetre ile ana kol akımını $I = 8$ A ve R_1 direnci üzerinden geçen elektrik akımını $I_1 = 3$ A olarak ölçmektedir. Devreye daha sonra 48 V ve 96 V potansiyel fark uygulayarak deneyi tekrarlamaktadır.

Buna göre

a) R_3 direncinin değeri kaç Ω olur?

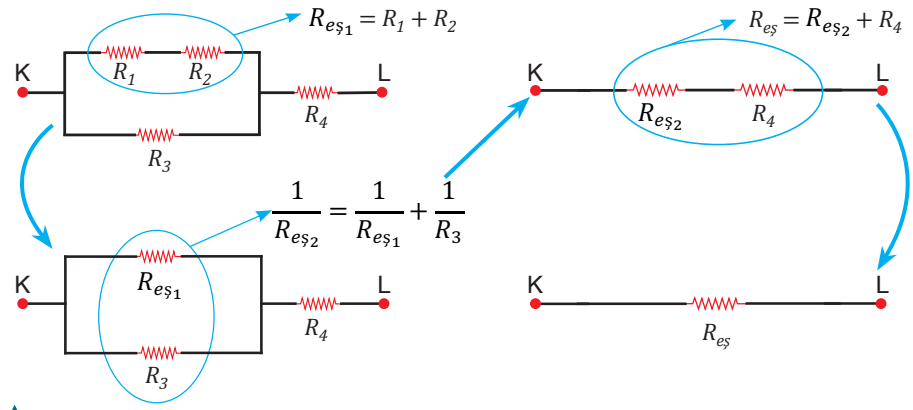
b) Tabloda verilen değerlere göre boş kalan yerleri hesaplayarak doldurunuz. *(Üretecin iç direnci ihmal edilmiştir.)*

	I_1	I_2	I_3	I
$V =$	3			8
$V = 48$ V				
$V = 96$ V				

Cevap

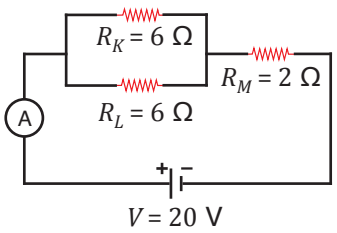
Dirençlerin Birleşik Bağlanması

Seri ve paralel bağlı dirençlerin aynı devrede kullanıldığı bağlanma türüne **dirençlerin birleşik bağlanması** denir. Birleşik bağlanmış devrenin eşdeğer direncini bulmak, devreyi basite indirgeyerek çözümlemek için önemlidir. Şekil 3.17'de birleşik bağlanmış bir devrenin eşdeğer direncini bulma yöntemi gösterilmektedir.



Şekil 3.17: *Birleşik bağlanmış bir devrenin eşdeğer direncini bulma yöntemi*

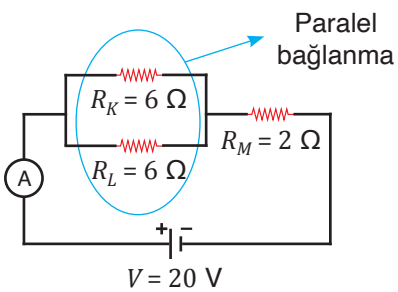
Örnek



Direnç değerleri $R_K = 6\ \Omega$, $R_L = 6\ \Omega$ ve $R_M = 2\ \Omega$ olan dirençler ile iç direnci ihmal edilen 20 V'luk üreteç kullanılarak şekildeki elektrik devresi oluşturulmuştur.

Buna göre A ampermetresinin gösterdiği değer kaç A olur?

Çözüm

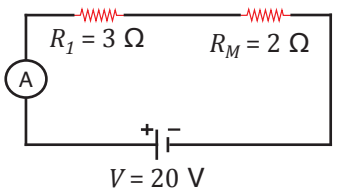


Devrenin ana kol akımını hesaplayabilmek için devrenin eşdeğer direnci bulunmalıdır.

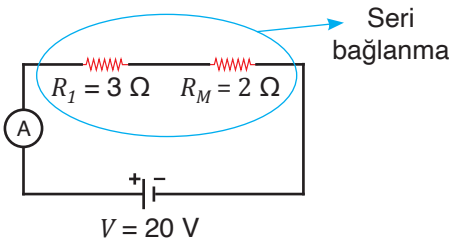
İlk olarak birbirine paralel bağlı K ve L dirençleri toplanarak eşdeğer direnç hesaplanır. Bu iki direncin toplamı (R_1)

$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6}$ eşitliğinden

$R_1 = 3\ \Omega$ bulunur.



Devre yandaki gibi şematik olarak gösterilir.



Devrenin eşdeğer direnci ($R_{eş}$)

$R_{eş} = R_1 + R_M$

$R_{eş} = 3\ \Omega + 2\ \Omega = 5\ \Omega$

şeklinde hesaplanır.

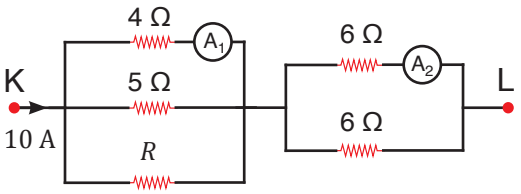
Ohm Yasası'na göre

$V = I \cdot R_{eş}$ matematiksel modelinde verilenler yerine yazıldığında

$20 = I \cdot 5$

$I = 4$ A bulunur. Bu değer ampermetrede okunan değerdir.

3.9. Soru



Bir elektrikli ısıtıcının direnç devresi yandaki gibidir. Isıtıcı, farklı ısıtma seviyelerine sahip iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm 4 Ω, 5 Ω ve R dirençleriyle; ikinci bölüm 6 Ω'luk iki dirençle kurulmuştur. Birinci bölümün eşdeğer direnci 2 Ω olarak ölçülmektedir. Bu devrede ısıtıcının farklı ısıtma seviyelerini sağlamak için iki farklı akım A_1 ve A_2 ampermetreleri ile ölçülmektedir.

A_1 ve A_2 ampermetrelerinin gösterdiği değerler sırasıyla I_1 ve I_2 olduğuna göre $\frac{I_1}{I_2}$ oranı kaçtır?

Cevap

3.10. Soru

Ahmet, bahçesini aydınlatmak için toplam 15 adet LED lamba kullanmayı planlamaktadır. Bunun için K, L, M ve N olarak isimlendirilen lambaların bulunduğu kabloları şekildeki gibi birbirine bağlamıştır.

Her bir lamba 15 V potansiyel fark ile çalıştığına göre

a) Aydınlatma için kaç V potansiyel farka ihtiyaç vardır?

b) Her bir lambanın direnci 40 Ω olduğunda devreden geçen ana kol akımını hesaplayınız.

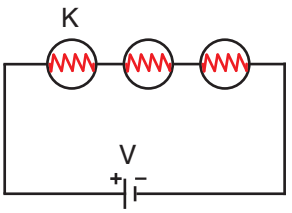
c) K lambası arızalandığında L, M ve N lambalarının ışık verip vermeyeceğini arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.

Cevap

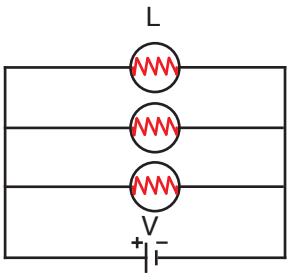
3.11. Soru

Koray, Selin ve Selim devrelerin bağlanma türüne göre eşdeğer direncin ve elektrik akımı dağılımının avantajları konusunda bir proje üzerinde çalışmaktadır. Bunun için birinci aşamada 36 V'luk üreteç kullanarak 6 Ω değerindeki üç direnci Koray Şekil 1'deki gibi seri, Selin Şekil 2'deki gibi paralel ve Selim Şekil 3'teki gibi birleşik olarak bağlamıştır. Öğrenciler yaptıkları ölçümlere dayanarak devrelerde eşdeğer direncin ve elektrik akımı dağılımının avantajlarını belirlemişlerdir.

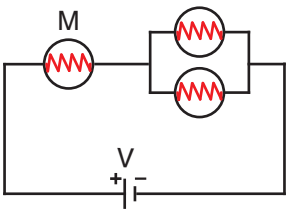
(Pillerin iç dirençleri ihmal edilmiştir.)



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Buna göre

a) Birinci aşamada oluşturulan devreleri dikkate alarak devrelerin eşdeğer direncini, ana koldan geçen elektrik akımını ve devredeki hangi direncin en büyük gerilime sahip olduğunu hesaplayarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

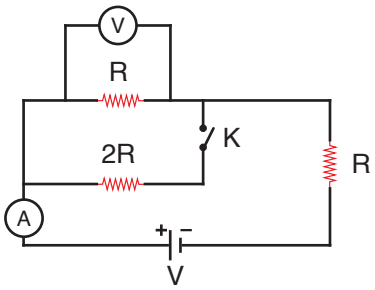
Devrenin Bağlanma Türü	Eşdeğer Direnç (Ω)	Ana Koldan Geçen Elektrik Akımı (A)	En Büyük Gerilime Sahip Direnç
Seri			
Paralel			
Birleşik			

b) K, L ve M lambalarının devreden ayrılmadan ışık vermesinin engellenmesi durumunda devrelerdeki eşdeğer direnç ve ana koldan geçen elektrik akımı ne şekilde etkilenir? Kısaca yazınız.

c) Öğrenciler oluşturdukları devrelerin bağlanma türlerine göre eşdeğer direnç ve elektrik akımı dağılımları ile ilgili ne tür çıkarımlar elde etmiş olabilir? Açıklayınız.

Cevap

3.12. Soru



İç direnci önemsiz bir pil, R ve 2R büyüklüğündeki dirençler, ampermetre ve voltmetre kullanılarak kurulan devre şekildeki gibidir.

Devredeki K anahtarının kapatılması durumunda ampermetre ve voltmetrede okunan değerlerin ne şekilde değişeceğini açıklayınız.

Cevap

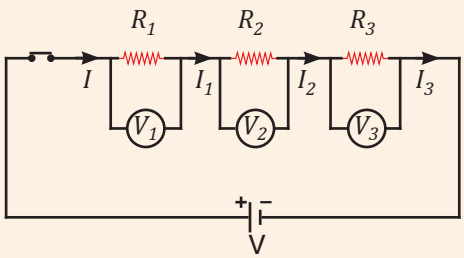
Kontrol Noktası

İki veya daha fazla direncin kullanıldığı elektrik devrelerinde dirençler; devrenin kullanım amacına göre seri, paralel veya birleşik şekilde bağlanmaktadır. Bu dirençlerin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen dirence **eşdeğer direnç ($R_{eş}$)** denir.

Seri bağlı dirençlerde

- $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$,
- $V = V_1 + V_2 + V_3$,
- $I = I_1 = I_2 = I_3$

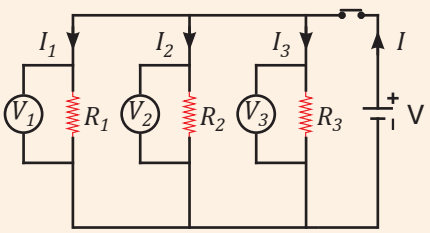
eşitlikleri yazılabilir.



Paralel bağlı dirençlerde

- $\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$,
- $V = V_1 = V_2 = V_3$,
- $I = I_1 + I_2 + I_3$

eşitlikleri yazılabilir.



Birleşik bağlı devrelerde seri bağlı dirençler doğrudan toplanarak, paralel bağlı dirençler ise eşdeğer direnç matematiksel modeli kullanılarak devrenin toplam direnci hesaplanır.

3.5. ÜRETEÇLERİN BAĞLANMASI

Konuya Başlarken

Günlük hayatta kullanılan birçok cihazın çalıştırılması için gerekli olan enerji üreteçler kullanılarak sağlanır. Elektrik devrelerinin temel elemanlarından biri olan üreteçler, farklı biçimdeki enerjileri elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Üreteçlerin devreye bağlanma türleri, devrenin genel özelliklerini belirleyen önemli bir etkendir. Örneğin oyuncak arabalarda yüksek hız ve uzun menzil elde etmek, bilgisayarların kullanım süresini artırmak ve kabloya bağımlılığını azaltmak gibi amaçlarla birçok pil hücresi farklı türlerde devreye bağlanmaktadır. Pillerin farklı bağlanma türlerinin çeşitli avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Oyuncak arabada bulunan piller

Pillerin kutupları birbirlerine bağlanırken nelere dikkat edilmelidir?

Kumandalarda pillerin bağlanma türü neden önemlidir?

El fenerlerinden daha parlak ışık elde edilmesi için neler yapılabilir?

Elektrikli yılan balıkları (torpedo türü), avlarını sersemletmek ve düşmanlarından kaçmak için elektrik şoku verir. Bu balıkların elektrik üretimi, vücutlarında bulunan ve "elektrosit" adı verilen hücrelerde gerçekleşir. Her bir hücre pil gibi çalışır. Hücreler, birinin pozitif ucu diğerinin negatif ucuna gelecek şekilde konumlanmıştır.

Elektrikli yılan balığı

Elektrosit adlı hücrelerin yan yana bulunmasının avantajı nedir?

Performans Görevi

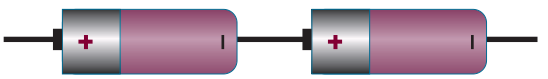
Adı	PİLLERİN BAĞLANMASI
Beklenen Performans	Pillerin seri veya paralel bağlanmasının sonuçlarını gözlemleyebileceği deney tasarlama ve sunma
Süre	35 + 40 dk.
Araç Gereç	Pil yatakları, 8 adet özdeş pil, bağlantı kabloları, ampermetre, voltmetre, lamba, duy, kronometre
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Bu performans görevinde sizlerden aşağıda verilen adımları takip ederek bir deney tasarlamanız istenmektedir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 5-6 kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
2. Oluşturduğunuz grup içinde adaletli görev paylaşımı yapınız.
3. Bir pil, iletken tel ve lamba ile devre kurarak lambanın üzerinden geçen akımı ve uçları arasındaki potansiyel farkı ölçünüz. Elde ettiğiniz verileri 7. adımdaki tabloya kaydediniz.
4. Pilleri seri ve paralel bağlayarak bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyde pilleri seri bağlarken aşağıdaki şekillerde gösterildiği gibi düz ve ters bağlayınız.

   Düz Bağlanma: Pillerin zıt kutuplarının bir araya getirilmesiyle oluşan bağlanma şeklidir.

   Ters Bağlanma: Pillerin aynı kutuplarının bir araya getirilmesiyle oluşan bağlanma şeklidir.



Düz Bağlama

Ters Bağlama

5. Tasarladığınız deneylerin çizimlerini aşağıdaki alana yapınız ve her bir tasarımı numaralandırınız.

6. Yapmış olduğunuz devre üzerinden üreteçlerin seri veya paralel bağlanma türlerini tanımlayınız.

7. Bağlantı şekillerini kontrol ederek lambanın üzerinden geçen akımı ve uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz. Kronometre kullanarak üreteçlerin tükenme sürelerini ölçünüz. Elde ettiğiniz tüm verileri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Kurulan Devreler	Lambadan Geçen Akım Değeri (A)	Lambanın Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)	Üreteçlerin Tükenme Süreleri (s)
Bir pil ile			
İki pil ile seri düz			
İki pil ile seri ters			
İki pil ile paralel			

8. Deney sonuçlarına göre hangi durumlarda üreteçlerin seri veya paralel bağlanmasının avantajlı olacağını açıklayınız.

9. Grup arkadaşlarınız arasından grup sözcüsü seçiniz ve grup sözcüsünden tasarladığınız deneyi sonuçları ile birlikte 5 dakikayı geçmeyecek şekilde sınıfta sunmasını isteyiniz. Sunumunuzda üreteçlerin seri olarak düz bağlanmasının, seri olarak ters ve paralel bağlanmasının toplam potansiyel farkı ve üreteçlerin tükenme süresini nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

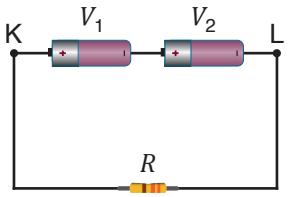
Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Üreteçlerin Bağlanması

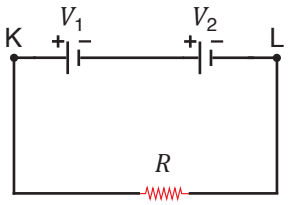
Üreteçlerin (piller, jeneratörler vb.) bağlanma şekli; elektrik devrelerinde toplam potansiyel fark, akım ve devrenin performansını belirlediği için önemlidir. Elektrik devrelerinde devrenin ihtiyacı olan potansiyel farkın ya da elektrik akımının bir üreteçle karşılanamadığı durumlarda üreteçler seri ya da paralel bağlanarak devrenin ihtiyacı olan potansiyel fark veya elektrik akımı elde edilir. Üreteçlerin seri ya da paralel bağlanması, devredeki enerjinin kullanılma şeklini ve devrenin çalışma koşullarını doğrudan etkiler.

1. Seri Bağlanma

Üreteçlerin uç uca bağlanmasına **seri bağlanma** denir. Üreteçlerin Şekil 3.18'deki gibi zıt kutuplarının birbirine bağlanmasıyla oluşturulan seri bağlanma, **düz seri bağlanma** olarak adlandırılır. Düz seri bağlı üreteçlerin şematik gösterimi Şekil 3.19'daki gibidir.



Şekil 3.18: *Üreteçlerin düz seri bağlanması*



Şekil 3.19: *Üreteçlerin düz seri bağlanmasının şematik gösterimi*

İç dirençleri ihmal edilen üreteçlerle yapılan düz seri bağlamada K ve L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark

$$V_{KL} = V_1 + V_2$$

matematiksel modeli ile bulunur.

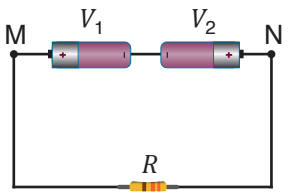
n tane seri bağlı üreteç için toplam potansiyel fark

$$V_{toplam} = V_1 + V_2 + ...V_n$$

matematiksel modeli ile bulunur.

Seri bağlı üreteç sayısı arttığında devredeki toplam potansiyel fark artar. Devrenin direncinin değişmemesi durumunda ana kol akımı artar ve üreteçler daha kısa sürede tükenir. Üreteçlerin seri bağlı olduğu devrelerde üreteçlerin herhangi birinin arızalanması durumunda devrede akım oluşmaz.

Üreteçlerin aynı kutuplarının Şekil 3.20'deki gibi birbirine bağlanmasıyla oluşturulan seri bağlanma, **ters seri bağlanma** olarak adlandırılır. Ters seri bağlı üreteçlerin şematik gösterimi Şekil 3.21'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20: *Üreteçlerin ters seri bağlanması*

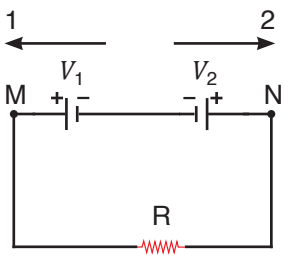
İç dirençleri önemsenmeyen üreteçler ile yapılan ters seri bağlamada M ve N noktaları arasındaki potansiyel fark

$V_1 > V_2$ ise $V_{MN} = V_1 - V_2$,

$V_1 = V_2$ ise $V_{MN} = 0$,

$V_2 > V_1$ ise $V_{MN} = V_2 - V_1$

olur. Devre akımının yönü, potansiyel farkı büyük olan üretecin oluşturduğu akımın yönündedir.



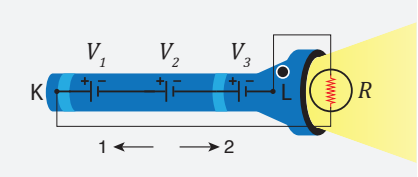
Şekil 3.21: *Üreteçlerin ters seri bağlanmasının şematik gösterimi*

$V_1 > V_2$ ise devre akımının yönü 1 yönünde olur.

$V_1 = V_2$ ise potansiyel fark olmadığında akım oluşmaz.

$V_2 > V_1$ ise devre akımının yönü 2 yönünde olur.

Örnek



Nisa, fen bilimleri uygulamaları dersinde bir el feneri devresi kurarak üreteçlerin bağlanma türlerinin devreye etkisini incelemektedir. Deneyde Nisa'nın kullandığı iç direnci önemsenmeyen üreteçlerin potansiyel farkları sırasıyla $V_1 = 10$ V, $V_2 = 15$ V ve $V_3 = 20$ V'tur. El fenerini oluşturan devrenin şematik gösterimi yandaki şekilde verilmiştir.

Buna göre

a) K-L noktaları arasındaki potansiyel farkı hesaplayarak direnç üzerinden geçen akımın yönünü yazınız.

b) 1 ve 2. pil kutuplarının ters çevrilerek bağlanması durumunda K-L noktaları arasındaki potansiyel farkı hesaplayarak elektrik akımının yönünü yazınız.

Çözüm

a) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark

$V_{KL} = V_1 + V_2 + V_3$ bağıntısı kullanılarak

$V_{KL} = 10 + 15 + 20$

$V_{KL} = 45$ V bulunur.

Devrede oluşan elektrik akımı, pillerin + kutbundan – kutbuna doğru olduğundan 2 yönündedir.

b) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark, aynı yönde bağlanan pillerin büyüklüğünden ters yönde bağlananın çıkarılmasıyla bulunur. Buna göre

$V_{KL} = V_1 + V_2 - V_3$ bağıntısı kullanılarak

$V_{KL} = (10 + 15) - 20$

$V_{KL} = 5$ V bulunur.

Devrede oluşan elektrik akımı, ters bağlı pillerin potansiyel farklarının toplamı daha büyük olduğundan 1 yönündedir.

3.13. Soru

Pille çalışan elektronik aletlerin içinde yer alan pil tutucular, pillerin güvenli bir şekilde yerleştirilerek sabitlenmesini ve devreye doğru şekilde bağlanmasını sağlar. Şekilde gösterildiği gibi pil tutucunun içerisinde bulunan tel, kutupları birbirine bağlamaktadır.

Buna göre

a) Görselde verilen pil tutucunun içerisine yerleştirilecek piller ne şekilde bağlanmış olur? Açıklayınız.

b) Bu bağlanma şeklinin avantajları ve dezavantajları nelerdir? Açıklayınız.

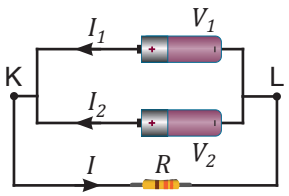
Cevap

3.14. Soru

Kamp gezisi esnasında serinlemek amacıyla kullanılan bir USB fanını çalıştırmak için 0,5 A elektrik akımına ihtiyaç vardır. Cihazın direncinin 80 Ω ve kamp çantasının içinde 40, 15 ve 65 V'luk üreteçler olduğu bilinmektedir.

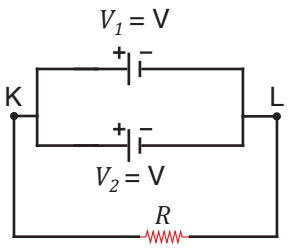
Buna göre öğrenci bu devre elemanlarını kullanarak nasıl bir devre tasarlamalıdır? Çizerek gösteriniz.

Cevap



Şekil 3.22: *Üreteçlerin paralel bağlanması*

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.



Şekil 3.23: *Üreteçlerin paralel bağlanmasının şematik gösterimi*

2. Paralel Bağlanma

Üreteçlerin aynı kutuplarının Şekil 3.22'deki gibi kendi aralarında birbirlerine bağlanması ile oluşturulan bağlanma şekline **paralel bağlanma** denir. Paralel bağlı özdeş üreteçlerin şematik gösterimi Şekil 3.23'te verilmiştir.

K-L noktaları arasındaki potansiyel fark, tek bir üretecin potansiyel farkına eşit olur.

$$V_{KL} = V_1 = V_2 = \text{V}$$

Paralel bağlı üreteçlerin sayısının artması, devrenin potansiyel farkını etkilemez. Paralel bağlamada potansiyel fark sabit kaldığından ana kol akımı değişmez.

Özdeş üreteçlerden çekilen akımlar birbirine eşittir ($I_1 = I_2$). Buna göre ana kol akımı

$I = I_1 + I_2$ şeklinde ifade edilir.

Üreteç sayısı artırılırsa ana kolda oluşan akım değişmeyeceğinden üreteçlerden çekilen akımlar azalır. Üreteçler ana koldaki elektrik akımını paylaştığından pillerin tükenme süresi uzar. Üreteçlerin paralel bağlı olduğu devrelerde bir üreteç bozulduğunda diğer üreteçler devreye akım vermeye devam eder.

Paralel devrelerde üreteçlerin potansiyel farkları eşit olmadığında üreteçlerin potansiyel farkı eşitlenene kadar üreteçler arasında akım geçişi olur ve dirençten akım geçmez. Bu sebeple farklı üreteçlerin kullanıldığı paralel devreler, karmaşık hesaplamalar gerektirir. Kitabın bu bölümünde özdeş üreteçlerle kurulu paralel devreler kullanılacaktır.

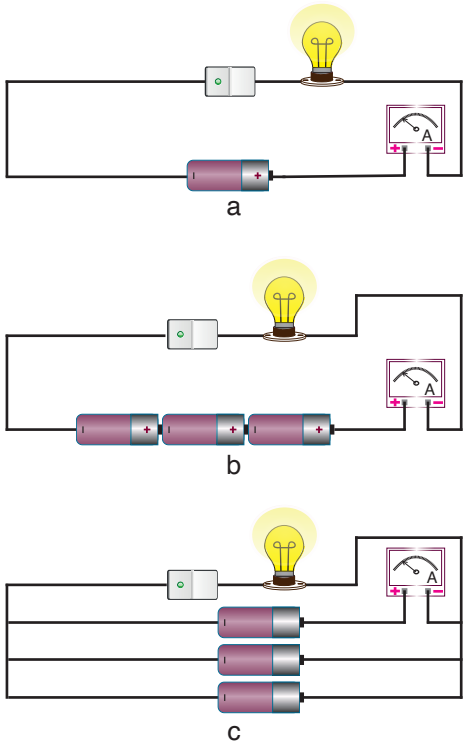
Üreteçlerin Tükenme Süreleri

Şekil 3.24'te özdeş lambalar ve piller kullanılarak oluşturulan devreler gösterilmektedir.

Şekil 3.24.a'da bir pile bağlı bir lamba bulunmaktadır. Anahtar kapatıldığında pilden I kadar elektrik akımı çekilir ve lamba ışık verir.

Şekil 3.24.b'de ise lambaya seri olarak üç pil bağlanmıştır. Anahtar kapatıldığında pillerden çekilen akım $3I$ olur ve bu değer Şekil 3.24.a'daki akımın üç katı kadardır. Bu durumda seri bağlı pillerin potansiyel farkları toplanarak devreye daha fazla enerji sağlanır. Pillerden daha fazla elektrik akımı çekildiğinden Şekil 3.24.a'daki devreye göre piller daha çabuk tükenir.

Şekil 3.24.c'de lambaya paralel olarak üç pil bağlanmıştır. Bu devrede pillerin sağladığı akımlar bir araya gelerek ana kol akımını oluşturur. Şekil 3.24.c'deki I ana kol akımı Şekil 3.24.a'daki ile aynıdır. Bununla birlikte paralel bağlamada her bir pilden çekilen akım $\frac{I}{3}$ olacak şekilde bölünür. Bu durumda pillerden çekilen akım azalacağından paralel bağlı devrede piller daha geç tükenir.



Şekil 3.24: *Özdeş lambalar ve piller kullanılarak oluşturulan devreler*

Örnek

İç dirençleri ihmal edilen V potansiyel fark değerine sahip beş üreteç ve R değerine sahip iki direnç kullanılarak paralel bağlı iki elektrik devresi oluşturulmuştur. Birinci devrede iki üreteç ve bir direnç, ikinci devrede üç üreteç ve bir direnç kullanılmıştır. Oluşturulan paralel bağlı elektrik devrelerinin şematik çizimini yapınız.

Buna göre

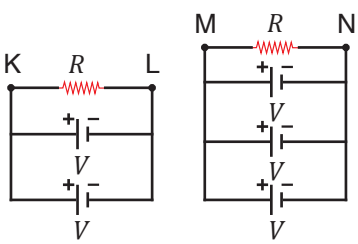
a) Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkı hesaplayınız.

b) Her bir üreteçten çekilen akımlar arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

c) Üreteçlerin tükenme süreleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Çözüm

Devrelerin şematik çizimleri



Şekil 1 *Şekil 2*

şeklindedir.

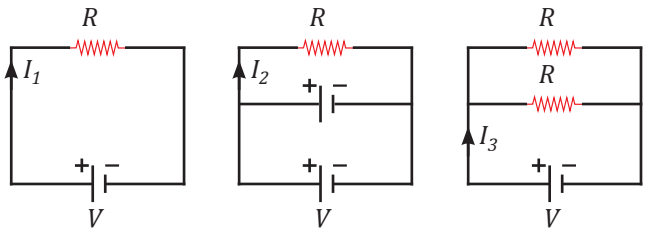
a) Üreteçler birbirine paralel bağlı olduğundan Şekil 1'de ve Şekil 2'deki direncin uçları arasındaki potansiyel fark V olur.

b) Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar aynı olduğundan dirençlerin üzerinden geçen akımlar da eşit olur. Direnç üzerinden geçen akım, Şekil 1'de iki üreteçten ve Şekil 2'de üç üreteçten eşit olarak çekilir. Bunun sonucunda Şekil 1'deki her bir üreteçten çekilen akım, Şekil 2'deki her bir üreteçten çekilen akımdan daha fazladır.

c) Şekil 1'de dirence bağlı olan her bir üreteçten daha fazla akım çekildiğinden bu üreteçler daha erken tükenir.

3.15. Soru

Aşağıdaki şekillerde ana kol akımları ile pillerin tükenme sürelerini karşılaştırmak için yapılan deneyin şematik gösterimi verilmiştir. Devrelerde iç dirençleri ihmal edilen özdeş üreteçler (V) ve dirençler (R) kullanılmıştır.



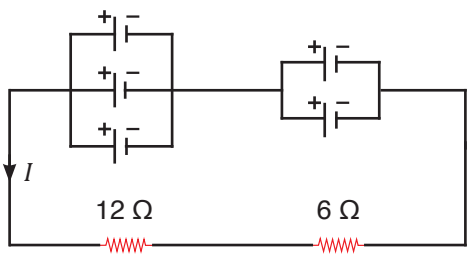
Devrelerdeki ana kol akımları sırasıyla I_1, I_2 ve I_3 olduğuna göre

a) Ana kol akımları arasındaki ilişkiyi büyükten küçüğe doğru sıralayarak açıklayınız.

b) Üreteçlerin tükenme sürelerini (t_1, t_2 ve t_3) büyükten küçüğe doğru sıralayarak aralarındaki ilişkiyi açıklayınız.

Cevap

3.16. Soru



Şekildeki elektrik devresi iç dirençleri ihmal edilen ve potansiyel farkları $V = 45$ V olan özdeş üreteçler ile büyüklükleri 12 Ω ve 6 Ω olan dirençler kullanılarak kurulmuştur.

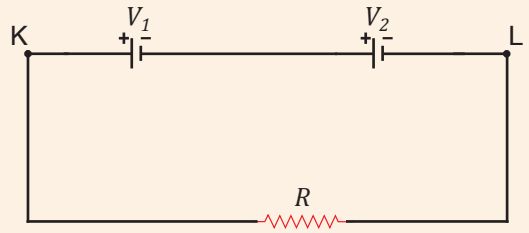
Buna göre ana koldan geçen akım kaç A olur?

Cevap

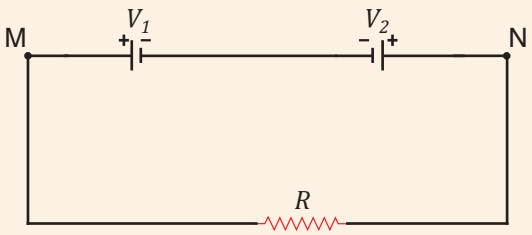
Kontrol Noktası

Elektrik devrelerinde kullanılan üreteçlerin seri veya paralel bağlanmasının avantajları bulunmaktadır.

Seri Bağlanma



Üreteçlerin zıt kutupları birbirine bağlanarak şekildeki gibi oluşturulan düz seri bağlanmada K ve L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark $V_{KL} = V_1 + V_2$ matematiksel modeli ile bulunur.



Üreteçlerin aynı kutupları birbirine bağlanarak oluşturulan ters seri bağlanmada M ve N noktaları arasındaki potansiyel fark

$V_1 > V_2$ ise $V_{MN} = V_1 - V_2$,

$V_1 = V_2$ ise $V_{MN} = 0$,

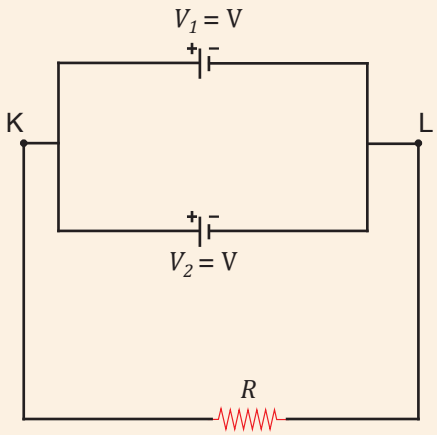
$V_2 > V_1$ ise $V_{MN} = V_2 - V_1$ olur.

Devre akımının yönü, potansiyel farkı büyük olan üretecin + kutbundan – kutbuna doğrudur. Seri bağlı üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilecek elektrik akımı artacağından üreteçler daha erken tükenir.

Paralel Bağlanma

Şekildeki gibi üreteçlerin aynı kutuplarının kendi aralarında birbirlerine bağlanması ile oluşturulan paralel bağlanmada K-L noktaları arasındaki potansiyel fark, tek bir üretecin potansiyel farkına eşit olup

$V_{KL} = V_1 = V_2 = V$ biçiminde ifade edilir.



Ana kol akımı, üreteç sayısına bağlı değildir. Paralel bağlı üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilecek elektrik akımı azalacağından üreteçler daha geç tükenir.

Paralel bağlama; genellikle daha uzun pil ömrü sağlamak, seri bağlama daha yüksek bir potansiyel fark elde etmek amacıyla tercih edilir.

Ders Öncesi Hazırlık: 3.4. Etkinlik için "*Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemler" ile ilgili araştırma yaparak elde ettiğiniz verileri raporlaştırınız. Yararlandığınız kaynakları raporda belirtiniz. Hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.*

Araştırma sürecinde

- *hangi dijital ve basılı kaynaklardan yararlanacağınızı,*
- *hangi anahtar kelimeleri kullanacağınızı belirleyiniz.*

Sunumunuzda kullanacağınız konu ile ilgili görsel, renkli kalem gibi malzemeleri yanınızda getiriniz.

3.6. ELEKTRİK AKIMININ OLUŞTURABİLECEĞİ TEHLİKELERE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Konuya Başlarken

Elektrik enerjisi günümüzde ulaşım, iletişim, sağlık, tarım, sanayi ve daha birçok alanda yaygın bir biçimde kullanılır. Elektrik enerjisinin bu kadar geniş bir kullanım alanına sahip olması güvenli bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılar.

Elektrik akımı, doğru şekilde kullanılmadığında veya gerekli önlemler alınmadan kullanıldığında elektrik çarpması başta olmak üzere çeşitli tehlikelere yol açabilir. Şekildeki elektrik panoları gibi yüksek gerilim içeren alanlarda çalışan kişilerin koruyucu ekipman kullanması oldukça önemlidir. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı bilinçlenmek ve gerekli önlemleri almak büyük önem taşır.

Bir elektrik panosu

Elektrik kullanımındaki olası tehlikeler ve bu tehlikelere karşı alınması gereken önlemler neler olabilir?

Olası elektrik çarpmasında tehlikenin boyutunu elektrik potansiyeli mi yoksa elektrik akımı mı belirler?

İnsan vücudunun direnci kuru, ıslak veya terli iken kaç ohm olabilir?

Elektrik tesisatlarındaki kablolar tutuşabilir mi, bunu önlemek için ne tür tedbirler alınmalıdır?

Banyo gibi ıslak zeminlerde ve diğer ortamlarda elektrik kullanımına bağlı tehlikeler benzer midir?

3.4. Etkinlik

Adı	ELEKTRİK AKIMININ TEHLİKELERİ
Amaç	Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemlerle ilgili bilgi toplayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Renkli karton kâğıtlar, ilgili görseller, renkli kalemler
Yönerge	Aşağıda verilen işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız. Hazırlayacağınız poster öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde en az dört kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Ders öncesinde elektrik akımının günlük hayatta oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemlere yönelik yaptığınız araştırmaları kendi grubunuzla tartışınız.
3. Kendi grubunuzla derlediğiniz bilgileri sınıf ortamında tartışarak bilgilerin doğruluğunu test ediniz.
4. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz ve doğruladığınız bilgileri derleyerek elektrik akımının insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemleri açıklayan bir farkındalık posteri hazırlayınız.
5. Hazırladığınız posteri öğretmeninizin rehberliğinde sınıfta arkadaşlarınıza sununuz. Hazırlanan farkındalık posterlerini okul panosunda sergileyiniz.

Değerlendirme

1. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikeler nelerdir? Açıklayınız.

2. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemler nelerdir? Açıklayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Elektrik, günlük hayatta kullanılan birçok cihazı çalıştırmasına rağmen, gerekli güvenlik önlemleri alınmadığı takdirde ciddi tehlikeler oluşturabilir. Bu nedenle, elektrikli cihazların tasarlanmış oldukları ve üreticileri tarafından belirtilen gerilim aralığında kullanılması, cihazların güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar.

Günlük hayattaki elektrik tesisatlarında priz ve duylar birbirine paralel bağlıdır. Dolayısıyla çalıştırılan her priz ve açılan her lamba, eşdeğer direnci azaltır. Eşdeğer direncin azalması, çekilen akımın artmasına neden olur. Akımın artması sıcaklığın artmasına, sıcaklığın artması ise kablo üzerindeki yalıtım malzemesinin erimesine sebebiyet verebilir. Kablo üzerindeki yalıtım malzemesi eridiğinde kısa devre meydana gelebilir. Bu gibi durumlarda sigorta devreye girerek oluşabilecek tehlikelere karşı devrenin akımını keser.

Elektronik aletlerin kullanımı hayli yaygın olduğundan kişiler çeşitli sebeplerle elektrik akımına maruz kalabilmektedir. İnsan vücudundan geçen elektrik akımının vereceği zarar; akımın büyüklüğüne, süresine ve vücutta izlediği yola bağlı olarak değişir. Akım yolu, kalbin üzerinde olduğunda akımın vücuda vereceği zarar daha fazladır. Çekilen akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine göre değişiklik gösterebilir. İnsan vücudunun direnci; kuru iken yaklaşık 100.000-500.000 Ω, ıslak iken ise yaklaşık 500-1000 Ω'dur. Vücut ıslak iken direnci düşük olduğundan aynı potansiyel fark altında ıslak vücuttan geçen akım, kuru vücuttan geçen akımdan fazla olur. Terleme, sıcaklık, bireysel özellikler, psikolojik durum gibi birçok faktör de kişinin vücut direncini etkilemektedir.

Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikeler üç başlık altında toplanabilir:

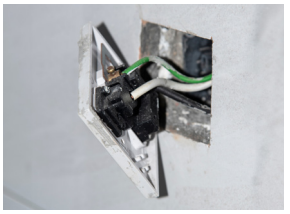
1. Sinirler, kaslar ve kalp üzerine doğrudan etkisi,
2. Isınma sebebiyle meydana gelen yanıklar,
3. Düşme veya çarpma sonucu meydana gelen yaralanmalar.

Sigorta

Günlük hayatta kullanılan elektronik cihazları aşırı akımdan koruyarak cihazların ve canlıların zarar görmesine engel olan alettir. Sigortanın içindeki direnç, üzerinden akım geçtiğinde elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürür. Sigortadan geçen akım arttıkça açığa çıkan ısı enerjisi de artar. Sigortanın tipine göre ısı enerjisi arttıkça direnç görevi yapan tel eriyip kopabilir ya da başka bir bağlantıyı eriterek devreyi açabilir. Bu duruma ***sigorta atması*** *denir.*

Görsel 3.4: *Yüksek gerilim simgesi*

Görsel 3.5: *Prizin kapatılması*



Görsel 3.6: *Yuvasından çıkmış priz*

Elektrik kaynağı ile teması devam eden kişiye asla dokunulmamalı, mümkünse derhal elektrik akımı durdurulmalıdır. Akımın durdurulması mümkün değilse iletken olmayan bir malzeme kullanılarak kişinin akım ile teması kesilmelidir.

Ardından 112 aranarak akımdan etkilenen kişinin en yakın sağlık kuruluşuna nakli sağlanmalıdır. Olay yerinde bir ilk yardımcı var ise ilk yardıma başlanmalıdır.

Elektrik akımının tehlikelerinden korunmak için alınabilecek tedbirlerden bazıları aşağıda verilmiştir:

- Elektrik uyarı levhaları dikkate alınmalıdır (Görsel 3.4).
- Elektrikli aletler ve prizlere ıslak elle temas edilmemelidir.
- Elektrikli aletler ıslak zeminde kullanılmamalıdır.
- Prizler topraklı olmalıdır.
- Prizlere emniyet kapağı takılmalıdır (Görsel 3.5).
- Bir prize birden fazla fiş takılmamalıdır.
- Yuvalarından çıkmış prizler tamir edilmelidir (Görsel 3.6).
- Prizlere çıplak elle dokunulmamalı ve iletken cisimler sokulmamalıdır.
- Hasar görmüş kablolar kullanılmamalıdır.
- Kullanılmayan elektrikli aletlerin fişi prizden çıkarılmalıdır.
- Elektrik tesisatı tamiratı yapan kişiler uygun yalıtkan malzemeden yapılmış kıyafet ve alet kullanmalıdır.
- Sigorta kapalı konuma getirilmeden elektrikle ilgili hiçbir iş yapılmamalıdır.
- Elektrikli ev aletlerinin kullanım talimatlarına uyulmalıdır.

Örnek

Elektrik çarpması sırasında bir insanın elektrik akımından ne kadar etkileneceğini belirleyen faktörler ile ilgili

I. İnsan vücudunun ıslak olması, vücut direncini düşürür ve insanın elektrik akımından daha fazla etkilenmesine sebep olur.

II. Elektrik akımının etki süresinin artması, oluşacak hasarı artırır.

III. Elektrik akımının insan vücudu üzerindeki geçiş yolu, insan vücudunda oluşturacağı hasar miktarını etkiler.

ifadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

Çözüm

Elektrik akımına maruz kalan kişinin elektrik akımından etkilenme derecesi; vücudunun kuruluğu, akıma maruz kalma süresi, kıyafetleri, vücut sıcaklığı gibi bireysel durumlar ile akımın vücuttaki geçiş yoluna bağlıdır. Bu durumda verilen ifadelerin hepsi doğrudur. Cevap I, II ve III olur.

3.17. Soru

Yüzme kursuna giden Derin, antrenman sonrası duşa girmiştir. Duş aldıktan sonra yalın ayak yere basan Derin, saçlarını kurutmak istemiştir. Saç kurutma makinesinin fişini yuvasından çıkmış durumdaki prize takmıştır. Saçlarını kuruttuktan sonra fişi prizden çıkarmış ve kablonun bir kısmının sıyrılmış olduğunu fark etmiştir.

Buna göre Derin, saçlarını kurutmaya başlamadan önce elektrik çarpması riskini azaltmak için neler yapmalıdır? Bu bilgilere dayanarak metni yeniden yazınız.

Cevap

Kontrol Noktası

Elektrik akımından kaynaklanan tehlikelerden korunmak için alınabilecek tedbirlerden bazıları şunlardır:

- Elektrik uyarı levhaları dikkate alınmalıdır.
- Elektrikli aletler ve prizler ıslak elle tutulmamalıdır.
- Elektrikli aletler ıslak zeminde kullanılmamalıdır.
- Prizler topraklı olmalıdır.
- Prizlere emniyet kapağı takılmalıdır.
- Bir prize birden fazla fiş takılmamalıdır.
- Yuvalarından çıkmış prizler tamir edilmelidir.
- Prizlere çıplak elle dokunulmamalı ve iletken cisimler sokulmamalıdır.
- Hasar görmüş kablolar kullanılmamalıdır.
- Kullanılmayan elektrikli aletlerin fişi prizden çıkarılmalıdır.

3.7. TOPRAKLAMANIN ÖNEMİ

Konuya Başlarken

Günlük hayatta vücutta biriken fazla statik elektriğin atılması için toprağa yalın ayak basılması tavsiye edilir. Böylece vücuttaki fazla elektrik yükü toprağa geçirilir ve kişinin kendini daha iyi hissetmesi sağlanır. Benzer şekilde hayatın her alanında kullanılan elektrik tesisatlarında oluşan fazla elektrik akımı da cihazların arızalanmasına, elektrik çarpmasına yol açabilir. Bu gibi tehlikelerin önüne geçebilmek için topraklama sistemi ile fazla elektrik yükleri toprağa aktarılmaktadır. Elektriğin güvenli kullanımı için binalarda topraklı priz kullanılmalıdır.

Evlerdeki olası elektrik kaçağının sonuçları neler olabilir?

Bir elektrik kaçağı ihtimaline karşı hangi önlemler alınabilir?

Topraklı priz ile diğer prizler arasındaki farklar neler olabilir?

Topraklı priz

3.5. Etkinlik

Adı	TOPRAKLAMA
Amaç	Topraklama olayının önemini sorgulayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Renkli karton kağıtlar, ilgili görseller, renkli kalemler
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonundaki değerlendirme sorularını cevaplayınız. Hazırlayacağınız sunum öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen çalışma grupları oluşturunuz.
2. Binaya yıldırım düşmesine karşı kullanılan yıldırımsavarların ve elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı elektrik tesisatında kullanılan topraklı prizlerin çalışma sistemleri hakkında aşağıda verilen soruları öğretmeninizin rehberliğinde tartışınız.
   - Yıldırımsavarlar, binaya düşen yıldırımı etkili bir şekilde toprağa ileterek elektrik çarpması ya da yangınları nasıl önler?
   - Bir bina üzerinde paratoner bulunmadığında yıldırım düşmesi sonucu oluşabilecek tehlikeler ve bu tehlikelerin insanlara etkileri neler olabilir?
   - Bir binada paratoner sistemi olmasa dahi elektrik tesisatının topraklı prizlerle döşenmiş olması binanın elektriksel güvenliğini sağlar mı?
   - Kaçak elektrik akımının vücut üzerinden geçmesi durumunda ne tür tehlikeler oluşabilir?
   - Topraklama sisteminin elektrik güvenliği açısından önemi nedir?
3. Soru-cevap etkinliği sonucunda topraklamayı kendi cümleleriniz ile tanımlayarak aşağıdaki alana yazınız.

Topraklama:

4. Grup içindeki arkadaşlarınıza 5N1K sorularından yararlanarak topraklama hakkında sorular sorunuz. Aldığınız cevapları arkadaşlarınızla tartışarak aşağıdaki şablona kısaca yazınız.

Ne?	Topraklamanın işlevi nedir?	
Nerede?	Topraklama nerede ve ne şekilde kullanılır?	
Ne zaman?	Topraklama ne zaman işe yarar?	
Neden?	Topraklama neden önemlidir?	
Nasıl?	Topraklama nasıl yapılır?	
Kim?	Topraklama kimler tarafından yapılır?	

5. Verilen cevaplar doğrultusunda topraklama hakkında güvenilir kaynaklardan araştırma yapınız. Araştırma yaparken hedefinize uygun strateji, yöntem veya teknikleri kullanınız. Kaynaklarınızın güvenilir olmasına dikkat ediniz.

6. Elektrik akımı hakkında önceden öğrendiğiniz konularla topraklama hakkında topladığınız bilgileri değerlendiriniz.

7. Topraklama hakkında topladığınız bilgilerin doğruluğunu öğretmeninizin rehberliğinde arkadaşlarınızla tartışarak değerlendiriniz.

8. Doğruluğunu teyit ettiğiniz bilgiler ışığında topraklamanın güvenli elektrik kullanımındaki önemine yönelik çıkarımınızı yazınız.

9. Elektrik akımından kaynaklanan tehlikelere karşı alınacak önlemler ile topraklamanın önemi hakkında topladığınız bilgileri kullanarak grup arkadaşlarınızla sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Değerlendirme

1. Topraklama nedir? Açıklayınız.

2. Paratoner ve topraklı prizlerin çalışma sistemlerini açıklayınız.

3. Güvenli elektrik kullanımında topraklamanın önemini açıklayınız.

4. Elektrik kaçağı olan topraklama yapılmış buzdolabı ve topraklama yapılmamış buzdolabına dokunan vücut direnci 2000 Ω olan bir insanın üzerinden geçebilecek elektrik akımı büyüklüklerini hesaplayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Görsel 3.7: *Topraklı priz*

Elektrikli cihazlarda çeşitli nedenlerden elektrik kaçağı meydana gelebilir. Elektrik kaçağı olan bir cihazın insan vücudunun herhangi bir noktasına temas etmesi durumunda kişiyi elektrik çarpabilir. Bu durum sadece insanlar için değil tüm canlılar için çok tehlikelidir. Elektrikli cihazların herhangi bir elektrik kaçağı tehlikesine karşı bir iletkenle toprağa gömülü hâldeki sisteme bağlanmasına **topraklama** denir. Elektrik devrelerindeki topraklamanın şematik gösterimi ⏚ şeklindedir. Görsel 3.7'deki gibi toprak bağlantısı olan prizler **topraklı priz** olarak adlandırılır. Elektrik kaçağı tehlikesini önlemek için topraklı prizler kullanılır. Bu prizler, bir iletken ile Görsel 3.8'deki gibi topraktaki topraklama çubuğuna bağlanır. Bu şekilde elektrik sistemindeki kaçak ya da fazla elektrik akımı iletkenlerle toprağa aktarılır.

Görsel 3.8: *İletken topraklama kablosunun topraklama çubuğuna kaynaklanması*

Görsel 3.9'da gösterilen paratoner, insanların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde yıldırımın olası zararlarını önleyen bir çeşit topraklama sistemidir. Elektrik yüklerinin sivri alanlarda toplanması sebebiyle sivri bir şekilde yapılan paratoner, fazla elektrik yüklerini kontrollü ve güvenli bir sistem ile toprağa aktarır. Bina çatıları ve cami minareleri gibi yüksek yerlere yerleştirilen yıldırımsavarlar, bakır bir iletken ile toprağa bağlıdır. Bu sayede bina, olası bir yıldırımın zararlı etkilerinden korunmuş olur. Petrol taşıyan tankerlerin arkasına zincir bağlanması, ameliyathanelerde zeminin iletken bir madde ile kaplanması, LPG istasyonlarında topraklama yapılması, elektrik ile ilgilenen kişilerin bileklerine özel bir bileklik takılması topraklamanın günlük hayatta kullanıldığı yerlere örnek olarak verilebilir.

Görsel 3.9: *Paratoner*

220 V'ta insan vücudunun ortalama direncinin 500-500.000 Ω arasında olduğu kabul edilir. Günlük hayatta kullanılan potansiyel fark 220 V'tur. 1000 Ω'luk vücut direncine sahip bir kişinin elektrik kaçağı olan topraklanmamış bir buzdolabına dokunduğu düşünüldüğünde kişinin üzerinden geçen akımın büyüklüğü Ohm Yasası kullanılarak

$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{1000} = 0{,}22\ A = 220\ mA$ şeklinde hesaplanabilir.

Elektrik çarpmasına karşı insan vücudunun güvenli kabul edilen akım sınırı yaklaşık 30 mA'dir. Bu durumda elektrik kaçağı olan topraklanmamış bir elektrikli alete dokunulduğunda ölümcül kazalar yaşanabilir. Elektrikli aletin topraklanması durumunda cihazdaki olası bir elektrik kaçağı, cihaza dokunan canlı üzerinden değil iç direnci oldukça düşük olan toprak hattı üzerinden geçer. Bu durumda elektrikle temas eden canlının çarpılma riski azaltılmış olur.

Günlük hayatta kullanılan elektrikli cihazların güç tüketimi ile elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkileri Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Elektrik güvenliği açısından cihazların güç değerlerine dikkat edilmelidir.

Tablo 3.1: *Elektrikli Cihazların İnsan Vücudu Üzerindeki Etkisi*

No	Akım Değeri	Cihazın Güç Tüketimi	Risk Durumu
1	≤ 1 mA	< 0,1 W	Hissedilmez.
2	≥ 1 mA	0,2 W	Hafif karıncalanma hissedilir.
3	≥ 2 mA	0,4 W	Çok hafif bir şok yaşanır.
4	≥ 5 mA	1 W	Küçük bir şok yaşanır ancak bu durum kişiye zarar vermez. Sigorta devreye girer.
5	≥ 10 mA	2 W	Şoku bırakmak zordur.
6	≥ 20 mA	4 W	Kas kasılması nedeniyle donmuş gibi hissedilir.
7	≥ 30 mA	5 W	Nefes almada zorluk yaşanabilir.
8	≥ 60 mA	11 W	Solunum kasları felç olur, ağrı hissedilir.
9	≥ 90 mA	16 W	1. derece yanık oluşabilir, kalp atışı durabilir.
10	≥ 100 mA	18 W	2. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %50'dir.
11	≥ 200 mA	36 W	3. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %30'dur.
12	≥ 300 mA	55 W	3. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %10'dur.
13	≥ 1000 mA	180 W	4. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %5'tir.
14	≥ 10.000 mA	1800 W	4. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %1'dir.

Örnek

Yandaki görselde bir paratonerin çalışma sistemi şematik olarak gösterilmiştir.

Buna göre paratonerle ilgili

I. Bir tür topraklama sistemidir.

II. Canlıları yıldırımın zararlı etkilerine karşı korur.

III. İstenmeyen elektrik yükünün toprağa aktarılması işlemini yapar.

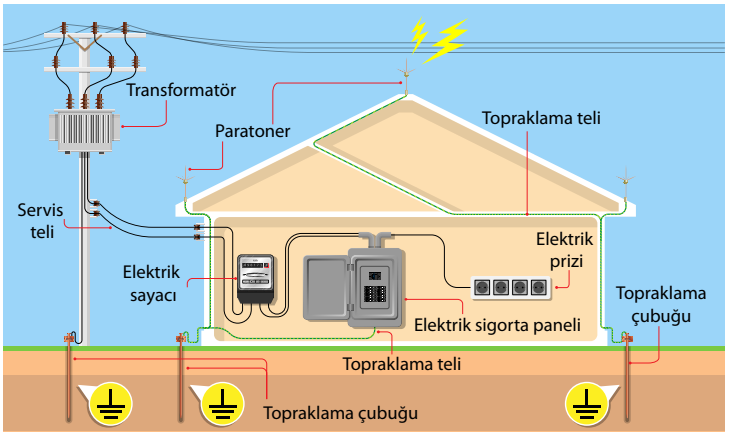
ifadelerinden hangileri doğrudur? Açıklayınız.

Çözüm

Paratoner, istenmeyen elektrik yüklerinin toprağa aktarılması işlemini yapan ve bu şekilde canlıları yıldırımın zararlı etkilerine karşı koruyan bir tür topraklama sistemidir. Buna göre doğru cevap I, II ve III'tür.

3.18. Soru

Aşağıdaki görselde bir evde elektrik sisteminin güvenliği için yapılan topraklama uygulamaları gösterilmektedir.



Görseli inceleyerek topraklama işleminin yapıldığı yerleri yazınız.

Cevap

Kontrol Noktası

Topraklama olayına ait bilgiler aşağıda verilmiştir:

Paratoner, binaları ve yapıları yıldırımın zararlı etkilerinden korumak için kullanılan bir güvenlik sistemidir.

Bir cisimde biriken fazla elektrik yükünün güvenli bir şekilde toprağa aktarılması işlemidir. Genellikle negatif yükler iletken bir tel aracılığıyla toprağa yönlendirilerek elektriksel denge sağlanır.

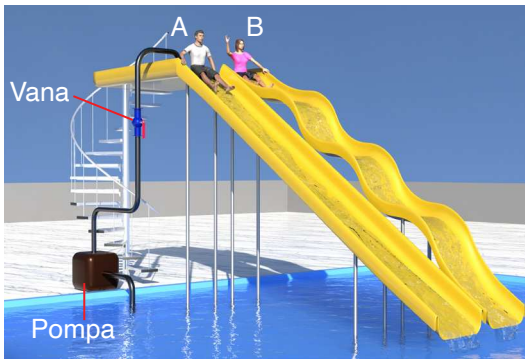
TOPRAKLAMA

Elektrikli cihazlardan kaynaklanan olası elektrik kaçaklarına karşı topraklama sistemi kullanılır. Bu şekilde cihazdaki elektrik kaçağı, cihaza dokunan canlı üzerinden değil iç direnci oldukça düşük olan toprak hattı üzerinden geçer. Böylece cihaza dokunan canlının çarpılma riski engellenmiş olur.

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 11 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

1.



Şekilde yetişkinler için tasarlanmış su parkında aynı pompa ve vana tarafından beslenen, aynı yükseklikte ve yan yana yer alan iki su kaydırağı bulunmaktadır. Su, pompa yardımıyla kaydırakların üst kısmına taşınmakta ve suyun geçişi vana ile kontrol edilmektedir. Aynı kütledeki Mehmet ve Öykü, suyun akış yönünde su ile aynı süratle kayarken Mehmet A kaydırağından kayarak havuza daha kısa sürede ulaşmaktadır.

Buna göre

a) Basit elektrik devresi ile su kaydırağı arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tespit ederek yazınız.

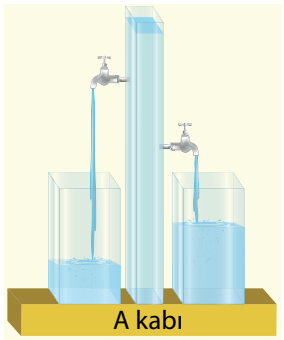
b) Benzerliklere dayalı olarak, basit elektrik devresindeki potansiyel fark, elektrik akımı ve direncin tanımlarına ilişkin çıkarımlarınızı yazınız.

Potansiyel Fark: .....

Elektrik Akımı: .....

Direnç: .....

2.



Şekilde su anolojisi kullanılarak A kabına bağlı iki musluktan farklı hızlarda ve farklı miktarlarda suyun her iki kaba akışı gösterilmektedir. Musluklardan akan suyun kapları doldurması elektrik devresinde biriken yük, devreden geçen akım ve akımın devrede geçiş süresi ile modellenmiştir.

Buna göre

a) Musluklardan akan suyun akış hızı ve muslukların açık kalma süresi artırıldığında kaplarda biriken su miktarındaki değişimi açıklayınız.

b) Bu modellemeyi elektrik devresiyle ilişkilendirerek elektrik akımı, yük ve zaman kavramları ile ilişkilendiriniz.

3. Asya, fizik dersinde Ohm Yasası'na göre devredeki potansiyel fark, elektrik akımı ve direncin birbiriyle ilişkisini deneysel olarak gözlemlemek istemektedir. Potansiyel farkını değiştirebileceği bir güç kaynağı ve iki farklı direnç kullanarak iki ayrı elektrik devresi kurmaktadır.

Asya, ilk olarak devredeki potansiyel fark ve elektrik akımı arasındaki ilişkiyi gözlemlemek için basit elektrik devresine farklı potansiyel fark uygulayarak birinci dirençten geçen akımı ölçmektedir. Asya'nın elde ettiği veriler Tablo1'deki gibidir. Daha sonra Asya ikinci direnci kullanarak deneyi tekrarlamakta ve Tablo 2'deki verileri elde etmektedir.

Tablo 1

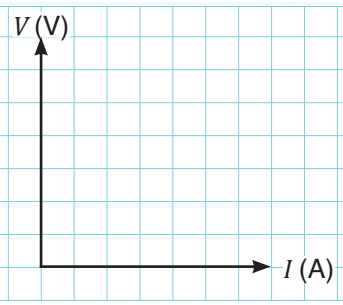
Potansiyel Fark (V)	Elektrik Akımı (A)
2	0,02
4	0,04
6	0,06
8	0,08
10	0,1

Tablo 2

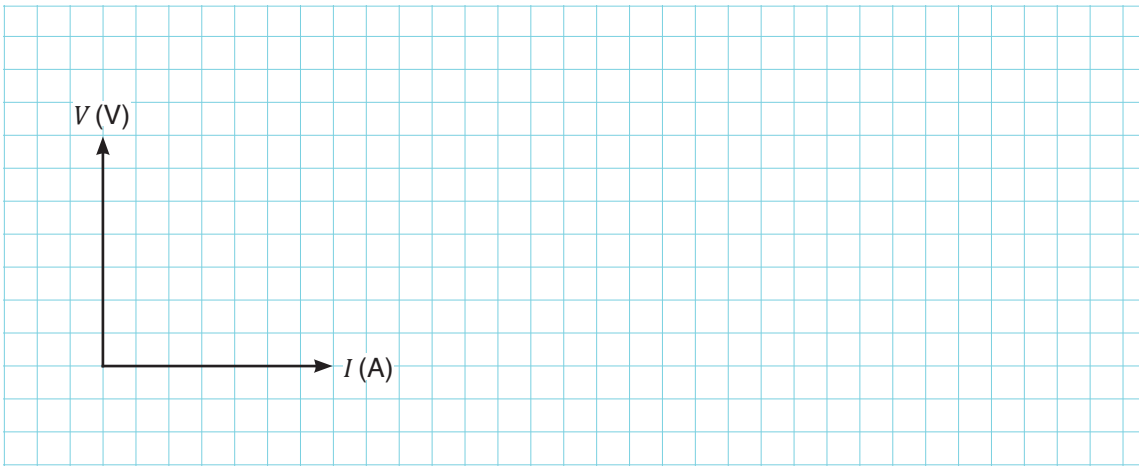
Potansiyel Fark (V)	Elektrik Akımı (A)
2	0,01
4	0,02
6	0,03
8	0,04
10	0,5

Buna göre

a) Tablo 1'deki verileri kullanarak devrenin *V-I* grafiğini çiziniz.



b) Tablo 2'deki verileri kullanarak devrenin *V-I* grafiğini çiziniz.



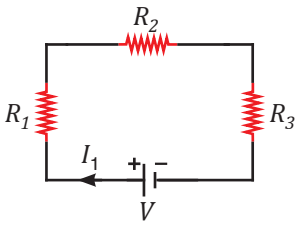
c) Çizdiğiniz grafikleri farklılıkları açısından karşılaştırınız.

ç) Potansiyel fark ve elektrik akımı arasındaki ilişkiyi açıklayınız. Elde ettiğiniz verileri kullanarak Ohm Yasası'nın matematiksel modelini yazınız.

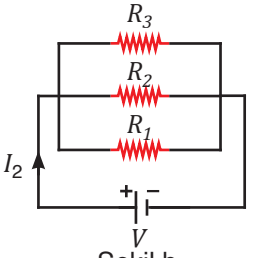
d) Herhangi bir potansiyel fark değeri için Ohm Yasası'nı kullanarak her iki devrede kullanılan direnç değerini hesaplayarak tabloda ilgili alana yazınız. Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

Deney	Potansiyel Fark (V)	Elektrik Akımı (A)	Direnç (Ω)
1			
2			

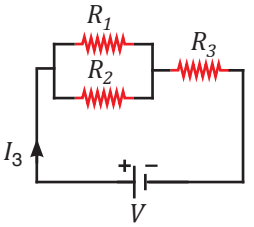
4. Bir grup öğrenci dirençlerin bağlanması ile ilgili deney yapmaya karar verir. Öğrenciler laboratuvar ortamında V = 15 V değerindeki üreteç ile R_1 = 3 Ω, R_2 = 6 Ω ve R_3 = 6 Ω değerindeki dirençleri aşağıda verilen Şekil a, b, c ve d devrelerindeki gibi paralel, seri ve birleşik olmak üzere değişik türlerde bağlayarak devreden geçen akım değişimlerini incelemek isterler. Devrelerdeki akımlar sırasıyla I_1, I_2, I_3 ve I_4'tür.



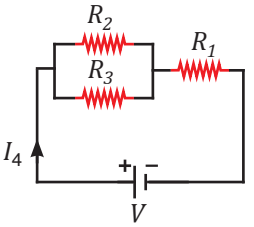
Şekil a



Şekil b



Şekil c



Şekil ç

Buna göre

a) Seri, paralel ve birleşik bağlanma türlerini tanımlayarak a,b,c ve ç devrelerinin bağlanma türlerini belirleyiniz.

Seri Bağlama: .....

Paralel Bağlama: .....

Birleşik Bağlama: .....

b) Her bir bağlanma türünün devrede oluşturduğu eşdeğer dirençleri hesaplayarak verilen tabloya yazınız.

Devreler	Eşdeğer Direnç (Ω)
Şekil a	
Şekil b	
Şekil c	
Şekil ç	

c) Elde ettiğiniz verilere göre eşdeğer dirence ilişkin aşağıda verilen çıkarımlardan hangisi yanlıştır?

A) Devrenin elektrik akımını artırmak için dirençler paralel bağlanır.

B) Dirençler seri bağlandığında devrenin eşdeğer direnci en büyük değeri alır.

C) Dirençler paralel bağlandığında devrenin eşdeğer direnci en küçük değeri alır.

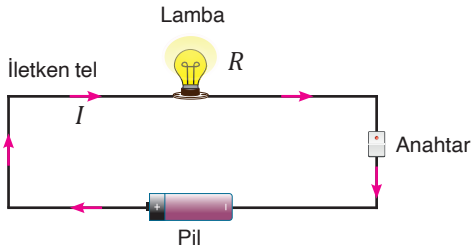
D) Seri bağlı devrede eş değer direnç devredeki en büyük dirençten daha küçük bir değere sahip olur.

E) Bir devrenin eşdeğer direnci ne kadar küçükse aynı potansiyel fark altında devreden geçen toplam akım o kadar büyük olur.

ç) Elektrikli ütülerdeki dirençler genellikle seri olarak bağlanır ancak bazı modern ütülerde birleşik bağlanma ile daha hızlı ısınma ve enerji verimliliği sağlanabilir. Bu tasarım, ütünün daha verimli çalışmasını ve kullanıcılara daha iyi bir deneyim sunmasını sağlar.

Buna göre bir ütüde şekil c ve şekil ç'teki devreler sırasıyla kullanıldığında hangisinin ütüdeki verimi artırdığını yorumlayınız.

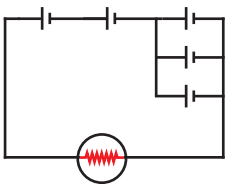
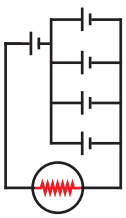
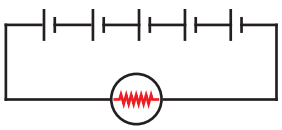
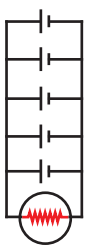
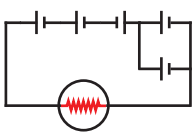
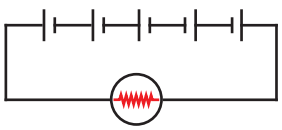
5.



Fuat, çardaklarında kullanacağı aydınlatma için yanda verilen şekildeki basit elektrik devresinden yararlanarak özdeş pil ve lambalarla ışık sistemi oluşturmayı planlamaktadır. Bu amaçla 2 V'luk 5 adet pil ve bir adet lamba kullanarak biri uzun süre, diğeri daha parlak ışık verecek şekilde iki farklı devre oluşturmak istemektedir. Fuat'ın planladığı devreler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Buna göre

a) Aşağıdaki tabloda pillerin bağlanma türlerine göre istenilen bilgileri yazınız.

Devre No.	Pillerin Bağlanma Şekli	Pillerin Toplam Potansiyel Farkı (V_T)	Ana Kol Akımı (I)	Pillerden Çekilen Akım (I')
1				
2				
3				
4				
5				
6				

b) Hangi devre daha uzun süre ışık verir? Cevabınızı açıklayınız.

c) Hangi devre daha parlak ışık verir? Nedenini açıklayınız.

6. Ali, akşam yatmadan önce telefonunu şarj etmek için prize taktı. Sabah uyandığında telefon şarj aletinin kablosunun hafifçe aşındığını fark etmesine rağmen şarj aletini prizden çıkarmadı. Bir süre sonra şarj aletinin ısındığını ve prizden kıvılcım çıktığını fark etti.

Buna göre

a) Elektrik akımının oluşturabileceği bu ve bunun gibi tehlikelere karşı alınması gereken önlemler hakkında bilgi edinmek için hangi bilgi kaynaklarını kullanmayı tercih edersiniz? Gerekçeleriyle açıklayınız.

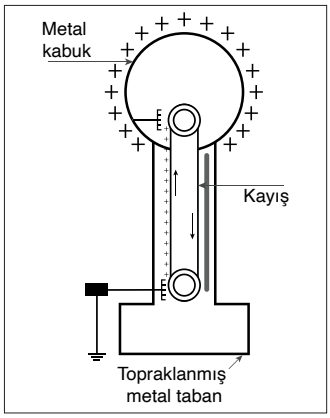
b) Ali'nin karşılaştığı problemi yaşamamak için alınması gereken önlemleri yazınız.

c) Elde ettiğiniz bilgilerin doğruluğunu nasıl kontrol ettiniz? Bilginin güvenilir olduğunu anlamak için hangi yöntemleri veya kriterleri kullandınız?

ç) Elektrik kazalarının önlenebilmesi ile ilgili alınabilecek tedbirleri içeren ifadelerden doğru olanların başına "D", yanlış olanların başına "Y" yazınız. Yanlış verilen ifadelerin doğrusunu yanlarında boş bırakılan alana yazınız.

D/Y	İfadeler	Açıklama
	I. Devredeki iletken tellerin etrafı yalıtkan maddelerle kaplanmış olmalıdır.	
	II. Islak değil nemli ortamlarda çalışılmalıdır.	
	III. Kısa devre durumlarına karşı devreye sigorta bağlanmalıdır.	
	IV. Akım taşıyan tellere çıplak elle dokunulmalıdır.	
	V. Devrede işlem yapılacaksa teller yalıtkan kaplı pense yardımıyla tutulmalıdır.	
	VI. İletken tellerin ısınması sonucunda oluşabilecek yangın tehlikesine karşı kullanılmayan elektrikli cihazların elektrik bağlantıları kesilmelidir.	

7.



Van de Graaff (Van dı Graf) jeneratörü, hareket eden bir kayış yardımıyla içi boş bir metal kürede yüksek gerilim biriktirmeye yarayan bir elektrostatik jeneratördür. Bir bilim müzesinde şekildeki gibi Van de Graaff jeneratörünü deneyen bir öğrenci, jeneratöre dokunduğunda saçlarının dikildiğini fark eder. Bu deney sırasında öğrenciye "vücudunda oluşan yük dengesizliği ve toprağa dokunmanın bu durumu nasıl etkileyebileceği" açıklanır.

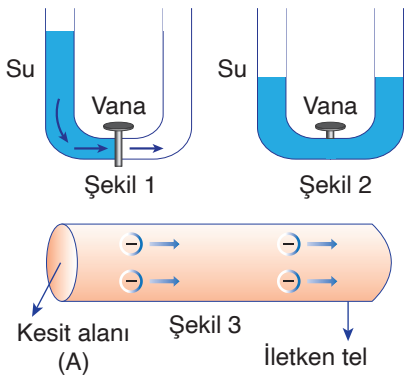
Buna göre

a) Jeneratöre dokunduğunda öğrencinin saçları neden dikilmiştir?

b) Eğer öğrenci jeneratöre dokunduktan sonra metal bir nesneye ya da toprağa dokunsaydı ne olurdu?

c) Metal bir kapı koluna dokunulduğunda çarpılma hissinin oluşmasının ve bu durumun özellikle kış aylarında daha sık yaşanmasının nedenlerini açıklayınız.

8.



Şekil 1 ve Şekil 2'de suyun akış hareketi ve Şekil 3'te yüklerin hareketi gösterilmektedir. Şekil 1'deki vana açıldığında su borusunda su akışı gerçekleşir. Suyun akışı, basit elektrik devresinde anahtarın açılmasıyla meydana gelen yük hareketini temsil eder. Şekil 3'te kesit alanı A olan bir iletken telin bir kesitindeki yüklerin hareketi gösterilmektedir. Vana açıldığında t sürede A kesitinden geçen su miktarı ile suyun debisi bulunabilir.

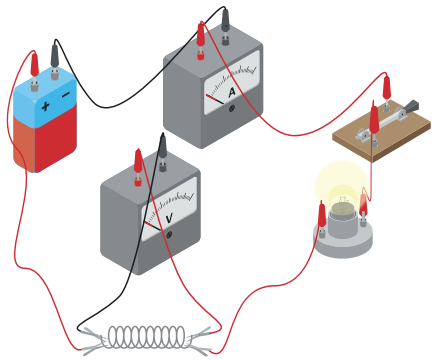
Buna göre

a) İletken telde elektrik akımı oluşmasının hangi değişkenlere bağlı olduğunu kısaca açıklayınız.

b) İletkenin t sürede üzerinden geçen yük miktarı iki katına çıkarıldığında elektrik akımının büyüklüğü için ne söylenebilir?

c) İletkenin üzerinden geçen yük miktarının kesit alanından 2t sürede geçmesi durumunda elektrik akımının büyüklüğü için ne söylenebilir?

9.



Görselde bir lamba, bir direnç, anahtar ve üreteçten oluşan basit elektrik devresi gösterilmektedir. Devrenin ana kol akımı ampermetre ve direnç üzerindeki potansiyel fark voltmetre ile ölçülmektedir.

Buna göre

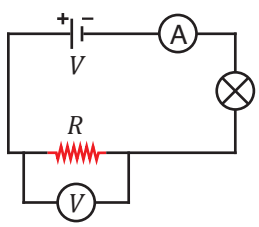
a) Üreteç değeri 1,5 V iken ampermetre ve voltmetrede okunan değerler tabloda verilmiştir. Tabloda boş bırakılan alanları doldurunuz. Elektrik akımı, direnç ve potansiyel fark arasındaki ilişkiyi belirleyerek Ohm Yasası'nın matematiksel modelini yazınız.

Üreteç (V)	Voltmetre (V)	Ampermetre (A)	Direnç (Ω)
1,5	1	1	
3			
4,5			

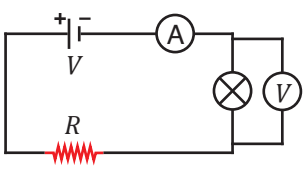
b) Lambanın devreden çıkarılması durumunda voltmetre ve ampermetrenin gösterdiği değerleri Ohm Yasası'nı kullanarak bulunuz.

c) Yukarıdaki elektrik devresinin şematik gösterimi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

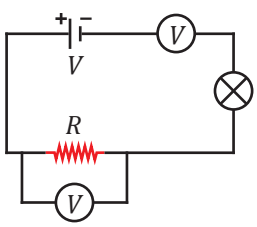
A)



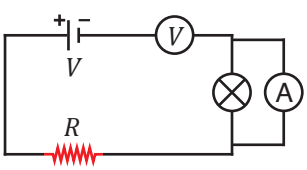
B)



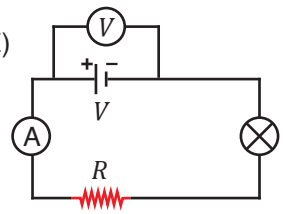
C)



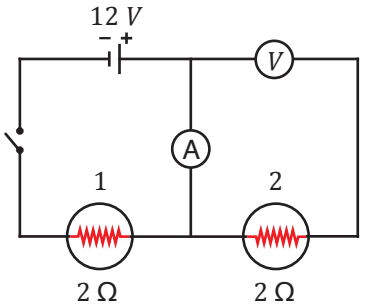
D)



E)



10.



Hande TÜBİTAK projesi için bir ampermetre, bir voltmetre, 2 Ω'luk direnç değerine sahip iki lamba ve 12 V'luk bir üreteç kullanarak şekildeki gibi bir elektrik devresi kurar. Anahtarı kapattığında 2 numaralı lambanın ışık vermediğini ve voltmetrenin potansiyel fark değerini göstermediğini görür.

(Ampermetre ve voltmetrelerin iç direncini ihmal ediniz.)

Buna göre

a) 2 numaralı lambanın yanmama sebebini açıklayınız ve ampermetrede okunan değeri hesaplayınız.

b) Her iki lambanın da yanması için ampermetrenin ve voltmetrenin devreye nasıl bağlanması gerektiğini çizerek gösteriniz.

c) Çizdiğiniz şekilde ampermetrenin ve voltmetrenin gösterdiği değerleri hesaplayınız.

ç) İlk durumdaki devreye 8 V'luk üreteç bağlandığında ampermetrenin ve voltmetrenin gösterdiği değerler ne olur? Hesaplayınız.

d) Ohm Yasası ile ilgili

I. Bir devredeki potansiyel fark sabit tutulursa direnç artırıldığında akım azalır.

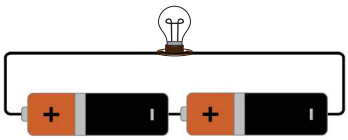
II. Ampermetre devredeki toplam akımı ölçmek için paralel bağlanmalıdır.

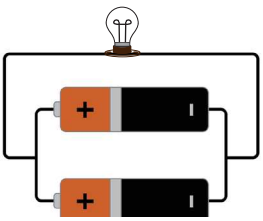
III. Voltmetrenin iç direnci sıfıra yakın olduğu için üzerinden akım geçer.

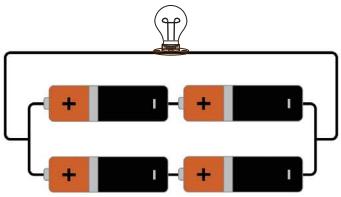
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

11. Şehrinde sık sık elektrik kesintisi yaşanan Fahri, evine bir acil durum aydınlatma sistemi kurmak ister. Bunun için 8 adet özdeş şarj edilebilir pil, üç lamba ve bağlantı kablolarını aşağıdaki gibi seri, paralel veya birleşik olarak bağlar.







Buna göre

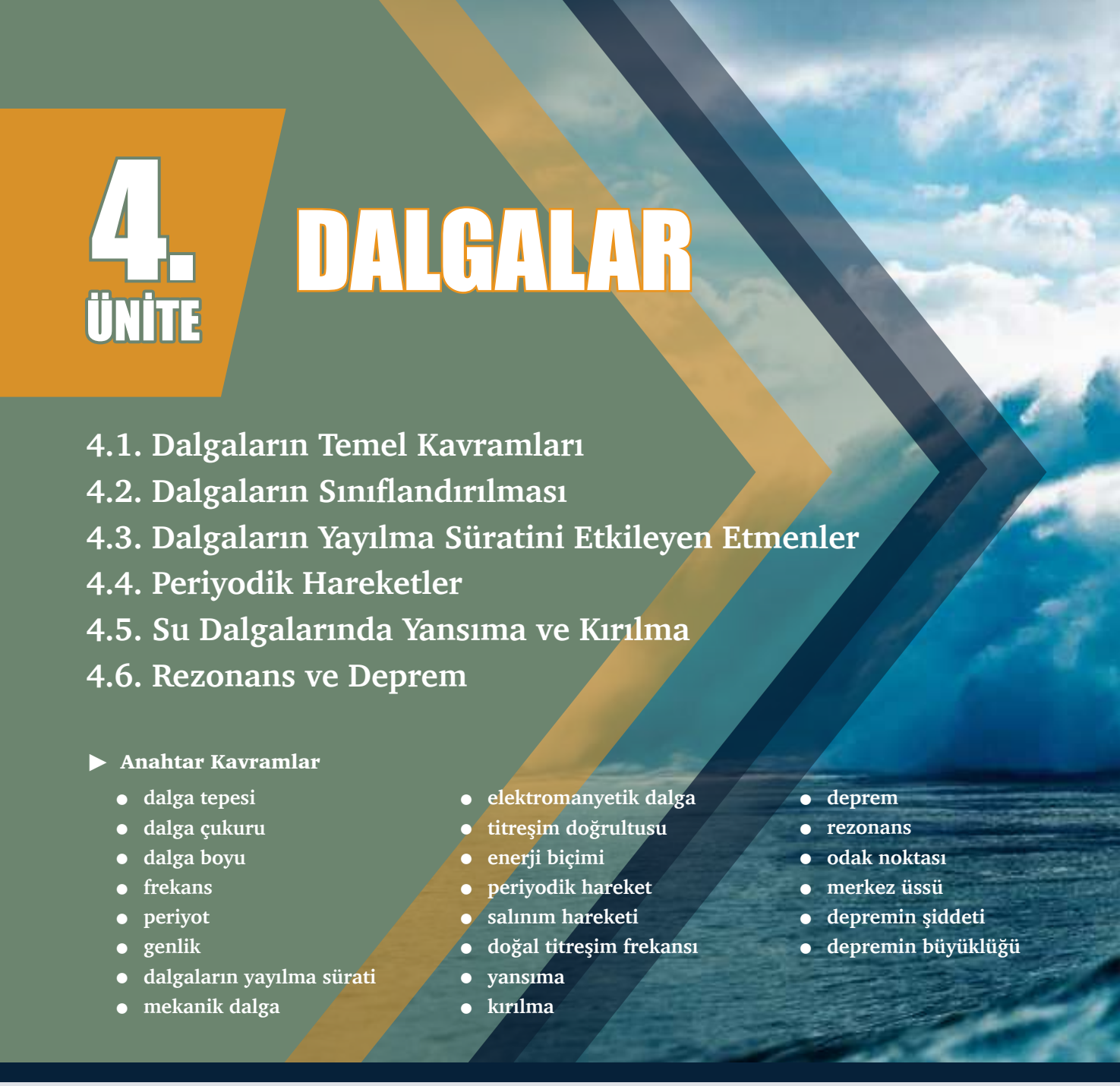
a) Tabloyu doldurup seri, paralel ve birleşik bağlı devrelerdeki ana kol akımını Ohm Yasası'ndan yararlanarak bulunuz. Elde ettiğiniz verilere göre lambaların parlaklığını (V/R) ve pillerin tükenme sürelerini t cinsinden kıyaslayarak yazınız.

Bağlanma Türü	Ana Kol Akımı	Lambanın Parlaklığı	Pillerin Tükenme Süresi
Seri Bağlanma	$2\ V/R$	$2\ V/R$	t
Paralel Bağlanma			
Birleşik Bağlanma			

b) Fahri, lambanın uzun süre ışık vermesini sağlamak amacıyla dirençler için hangi bağlanma türünü tercih etmelidir? Açıklayınız.

c) Elektrik kesintisinin kısa süreli olduğu bir durumda lambanın en parlak şekilde çalışması için hangi bağlantı türü tercih edilmelidir? Açıklayınız.

Ünite ile ilgili daha fazla soru çözmek için karekodu kullanınız.



4. ÜNİTE
DALGALAR

4.1. Dalgaların Temel Kavramları
4.2. Dalgaların Sınıflandırılması
4.3. Dalgaların Yayılma Süratini Etkileyen Etmenler
4.4. Periyodik Hareketler
4.5. Su Dalgalarında Yansıma ve Kırılma
4.6. Rezonans ve Deprem

► **Anahtar Kavramlar**

- dalga tepesi
- dalga çukuru
- dalga boyu
- frekans
- periyot
- genlik
- dalgaların yayılma sürati
- mekanik dalga
- elektromanyetik dalga
- titreşim doğrultusu
- enerji biçimi
- periyodik hareket
- salınım hareketi
- doğal titreşim frekansı
- yansıma
- kırılma
- deprem
- rezonans
- odak noktası
- merkez üssü
- depremin şiddeti
- depremin büyüklüğü

► Bu ünitede sizlerden

- dalgaların temel kavramlarını tanımlayabilmeniz,
- dalgaları özelliklerine göre sınıflandırabilmeniz,
- dalgaların yayılma süratini etkileyen etmenleri gözlemleyebilmeniz,
- periyodik hareketlere ilişkin deneyimlerinizi yansıtabilmeniz,
- su dalgalarında yansıma ve kırılma olaylarına ilişkin çıkarımlar yapabilmeniz,
- rezonans ve depreme ilişkin kavramlar üzerinden depremi sorgulayabilmeniz

beklenmektedir.

Ünitede sizlerden açık uçlu soruları çözmeniz, eşleştirme yapmanız, boşluk doldurma sorularını çözmeniz, öz değerlendirme formunu doldurmanız, yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç ve doğru yanlış sorularını çözmeniz, çalışma yaprağını doldurmanız, kavram haritası ve konu ile ilgili performans görevi hazırlamanız, ürün veya model geliştirmeniz ve ünite sonu ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız istenecektir.

Ünite Karekodu

Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dalgalarla hayatın pek çok alanında karşılaşılmaktadır. Örneğin su yüzeyinde oluşan dalgaların yayılması, ses dalgalarının kaynağından daha uzakta da duyulabilmesi, yerin kilometrelerce altında oluşan bir depremin yüzeyde de hissedilmesi gibi olaylar dalgaların taşıdığı enerji ile açıklanır. Dalgalar, taşıdığı enerjiye ve yayılma doğrultusuna göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma dalgaların tanımlanması ve incelenmesi açısından önem taşır. Dalgaların farklı türleri olsa da onları tanımlayan temel kavramlar ortaktır. Bu kavramlar sayesinde dalgaların enerjisi, sürati gibi fiziksel büyüklükler belirlenebilir.

Dalga süratinin ortam koşullarına bağlı olarak değişim göstermesinden birçok teknolojik cihazın geliştirilmesinde yararlanılmıştır. Örneğin bazı canlıların ses dalgalarının yayılma özelliklerini kullanarak yönlerini tayin etmesi ultrason ve radar gibi cihazların geliştirilmesine ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca düzenli hareket eden gök cisimlerinin gözlemlenmesiyle oluşturulan takvimler sayesinde mevsimlerin ve diğer astronomik olayların önceden tahmin edilmesi mümkün hâle gelmiştir. Tıp, ulaşım, haberleşme gibi alanlarda kullanılan dalga türleri insan hayatını kolaylaştırıcı etkilere sahipken deprem, tsunami (dev dalga) gibi dalgalar doğal afetlere neden olarak yıkıcı etkiler oluşturabilmektedir. Günümüzde teknolojik ilerlemelerin önemli bir parçası olan dalgaların özelliklerini anlamak ve bu özelliklerden yararlanmak, gelecekte güvenli ve sürdürülebilir bir yaşam için büyük bir öneme sahiptir.

Üniteye Başlarken

Bir gitarın tellerine vurulduğunda oluşan titreşimler, havada dalgalar hâlinde yayılarak kulak zarına çarpar ve kulak zarını titreştirir. Kulak içinde bu titreşimler sinyallere dönüştürülür, sinyaller işitme sinirleri aracılığıyla beyne taşınır. Bu sinyaller beyinde yorumlanır ve müziğin algılanması sağlanır. Yavaş bir tempo ile çalınan şarkılar insanda sakin ve dingin duygular uyandırırken temposu hızlı olan şarkılar enerjik davranışlar ve heyecan verici duygular oluşturur.

Neden gitarın her bir teli farklı ses çıkarır?

Müziğin sesini uzayda duymak mümkün müdür?

Gitar

Göle atılan taşlar, suyun yüzeyinde dalgalar oluşturur. Bu dalgalar birleşerek karmaşık dalga görüntüleri meydana getirir. Oluşan dalgalar bir süre sonra yavaş yavaş kaybolur.

Su yüzeyinde oluşan dalgalar dairesel yayılma dışında başka hangi şekillerde yayılabilir?

Göldeki dairesel su dalgalarının farklı büyüklüklerde olmasının sebebi ne olabilir?

Gölde oluşan su dalgaları

Yarasalar yönlerini bulmak için ses dalgalarını kullanır. Bir yarasa, çıkardığı sesin bir engelden yansıyıp dönene kadar geçen zamanı belirleyerek kendisinin engele olan uzaklığını kestirebilir. Ekolokasyon olarak adlandırılan yarasaların bu yeteneğinin taklit edilmesiyle geliştirilen ultrason görüntüleme sistemleri, tıpta vücut dokularının detaylı incelenmesinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde radar sistemleri de uzak mesafelerdeki nesnelerin tespit edilmesi ve konumlarının belirlenmesi amacıyla tasarlanmıştır.

Yarasaların çıkardığı ses dalgalarının hızı farklı yoğunluktaki hava katmanlarında nasıl etkilenir?

Ultrason cihazı

Japonya'nın Shinkansen (Şinkansen) isimli hızlı tren sistemi, dünyanın en gelişmiş ve en güvenli demir yolu ağlarından biridir. Bu sistem, deprem riskinin dünyada en yüksek olduğu bölgelerden birinde olması nedeniyle sismik hareketlere karşı son derece duyarlı bir şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede tren, deprem sırasında otomatik olarak durur ve yolcuların güvenliğini sağlar.

Depremin etkilerinden korunmak için teknolojik olarak neler yapılabilir?

Deprem dalgalarının oluştuğu bölgeden başlayarak daha uzak mesafelere kadar yayılmasında ortamın etkisi nedir?

Shinkansen hızlı treni

Ön Değerlendirme

A) Aşağıda verilen görsellerle ilgili soruları ön bilgilerinizden yararlanarak ya da tahminde bulunarak cevaplayınız. Cevaplarınızı sınıf arkadaşlarınız ile karşılaştırarak eksiklerinizi belirleyiniz.

1. Yukarıdaki görseller hangi hareket türüne örnek verilebilir? Görsellerdeki hareket türünü belirtmek için görsele ait harfi aşağıda verilen hareket türüyle ilgili kutucuğa yazınız. Bir görselde birden fazla hareket türü olduğunu düşünüyorsanız her bir hareket için ilgili alana harflendirme yapınız.

Öteleme Hareketi	Dönme Hareketi	Titreşim Hareketi

2. Günlük hayattan Türk bayrağının hareketine benzetebileceğiniz bir örnek veriniz.

3. b ve e görsellerinde yer alan hareket türleri arasındaki farklılıklar nelerdir? Kısaca açıklayınız.

B) Bir araştırmacı, kanyonun yamacında durur ve bağırır. Araştırmacının sesi karşı taraftaki yamaca çarpar ve bulunduğu yere döner. Dolayısıyla yankı oluşturur. Araştırmacı, kendi sesinin çıkışı ile dönüşü arasındaki süreyi 2 s olarak ölçer.

1. Sesin yayılma sürati yaklaşık 340 m/s kabul edilirse araştırmacı kanyonun iki yamacı arasındaki uzaklığı kaç m olarak hesaplar?

2. Araştırmacı, havanın daha sıcak olduğu bir zamanda aynı konumda durup bağırsaydı bu durumun sesin yankı süresine etkisi ne olurdu?

4.1. DALGALARIN TEMEL KAVRAMLARI

Konuya Başlarken

Stadyumdaki seyircilerin sırayla ayağa kalkıp oturmasıyla oluşturulan Meksika dalgası, bir dalganın su yüzeyinde yayılmasına benzetilebilir. Bu hareketle oluşturulan dalga, stadyumdaki seyircilerin sırayla ve kısa sürede ayağa kalkıp oturmasıyla oluşturulan bir tür ritimdir. Bu ritim genellikle tribün boyunca devam eder ve bir dalgalanma meydana gelir. Oluşan dalgalanma su yüzeyindeki dalgaların yayılırken bir kayığı yukarı kaldırıp aşağı indirmesine benzetilebilir.

Meksika dalgası

Meksika dalgası ve su dalgası arasındaki farklılıklar neler olabilir?

Meksika dalgasını az sayıda seyirci ile oluşturmak mümkün olabilir mi?

Günlük hayatta karşılaşılan hangi hareketler dalga hareketlerine örnek olarak verilebilir?

4.1. Etkinlik

Adı	DALGALARIN TEMEL ÖZELLİKLERİ
Amaç	Dalgalara ait temel kavramları tanımlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Kronometre, 50 cm uzunluğunda ip, yay, küçük tahta bloklar
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Önceki öğrenmelerinizden yola çıkarak dönme, öteleme ve titreşim hareketlerinin tanımlarını kendi cümleleriniz ile yazınız.

Dönme Hareketi:

Öteleme Hareketi:

Titreşim Hareketi:

2. Yandaki karekodu kullanarak verilen dalga videolarını inceleyiniz. Aşağıda verilen açıklamalara göre dalga hareketlerinin benzerlerini öğretmeninizin rehberliğinde yaratıcı drama veya rol oynama gibi teknikler kullanarak sınıfta arkadaşlarınızla yapınız. Hareket başlayıp bitinceye kadar geçen süreyi ölçünüz.

Meksika Dalgası Hareketi

Öğrenciler, yan yana ve arka arkaya dizilen sıralara oturur ve kollarını aşağıya doğru olacak şekilde iki yana serbest bırakırlar. Sağ ya da sol başta arka arkaya oturan öğrenciler, konumunu değiştirmeden kollarını yukarı hareket ettirerek ayağa kalkar ve ardından kollarını aşağı indirerek otururlar. Hareketi yapan öğrenciler oturduğu anda onların yanındaki öğrenciler aynı hareketi tekrar ederler. Hareket, son sıraya dek bu şekilde devam ettirilir.

Su Dalgası Hareketi

Öğrenciler, iç içe halkalar oluşturacak şekilde sıralanır ve oluşan halkaların merkezine bir öğrenci yerleştirilir. Merkezdeki öğrenci kollarını havaya kaldırır ve çevresindeki ilk halkada yer alan tüm öğrenciler aynı anda ve geriye doğru bir adım atar. Ardından ikinci halkadaki tüm öğrenciler aynı anda ve geriye doğru bir adım atar. Son halkaya kadar bu hareket devam eder.

Yay Dalgası Hareketi

Öğrenciler, sınıfın genişliğine göre aralarında belirli bir mesafe olacak şekilde yan yana dizilerek el ele tutuşurlar. Sağ ya da sol baştaki öğrencilerden biri boşta kalan kolunu yukarı kaldırır, diğer kolunu aşağı indirir ve yanındaki öğrenci de aynı hareketi gerçekleştirir. Hareket son öğrenciye kadar tekrarlanır.

3. Canlandırdığınız Meksika, su ve yay dalgası hareketleri sırasında oluşan şekilleri aşağıdaki uygun kutulara basitçe çiziniz.

Meksika Dalgası	Su Dalgası
Yay Dalgası	

4. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.

5. Dalga hareketinin niceliklerini (dalga boyu, dalga tepesi ve çukuru) gözlemlemek için aşağıda verilen malzemeleri kullanarak ve yönergeleri takip ederek sınıfta yapılabilecek bir çalışma planlayınız. Çalışmanızı planlamak için aşağıdaki yönlendirmeleri dikkate alarak çalışma planını doldurunuz.

a) Çalışmanızın niteliğine uygun olarak ip, yay veya küçük tahta blok malzemelerinden birini grubunuzla karar vererek seçiniz ve tabloya işaretleyiniz.

b) Seçtiğiniz malzeme ip veya yay ise bunu aşağı yukarı ya da sağa sola hareket ettiriniz. Küçük tahta blokları yatay zemin üzerinde doğrusal ve birbirine eşit mesafelerde yerleştirerek kare veya üçgen şekli oluşturunuz. Oluşturduğunuz şekilleri gözlemleyerek verilen alana çiziniz. Planladığınız çalışmayı zamanında ve eksiksiz yaparak dalga hareketi ile ilişkili nicelikleri gözlemleyiniz.

Çalışma Planı					
Amaç					
Seçilen Malzemeler	**İp**		**Yay**	**Küçük tahta bloklar**	
Etkinlikte Uygulanan Yöntemler					
Yapılan Çalışmada Gözlemlenen Şekilleri Çizerek Şekil Üzerinde Dalga Tepesi ve Dalga Çukurunun Gösterilmesi					

6. Gözlem sonuçlarınıza dayanarak dalga boyu kavramını dalga tepesi ve dalga çukuru kavramlarıyla açıklayınız.

7. Bir dalganın genliği, denge noktasından itibaren yapmış olduğu maksimum yer değiştirme miktarı olarak tanımlanır. Buna göre dalga tepesi ya da dalga çukuru kavramlarını genlik kavramı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

8. Yaptığınız etkinlik sonucunda dalga boyu, frekans ve periyot kavramlarını kendi cümleleriniz ile tanımlayınız.

Dalga Boyu:

Frekans:

Periyot:

9. Dalga boyu, frekans ve periyot kavramlarının ilişkili olduğu büyüklüğü fizik bilimine ait temel nicelikler arasından belirleyiniz. Bu kavramları ölçebileceğiniz en uygun ölçme araçlarını tabloya yazınız.

Kavramlar	İlişkili Olduğu Büyüklük	Uygun Ölçme Aracı
Dalga Boyu		
Frekans		
Periyot		

10. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Oluşturulan dalga hareketlerini inceleyiniz.

11. Oluşturulan dalga hareketlerinin dalga boyunu, frekansını ve periyodunu gözlem ve ölçümlerinizden yararlanarak belirleyiniz.

	Büyüklüğü ve Birimi		
	1. Dalga Hareketi	**2. Dalga Hareketi**	**3. Dalga Hareketi**
Dalga Boyu			
Frekans			
Periyot			

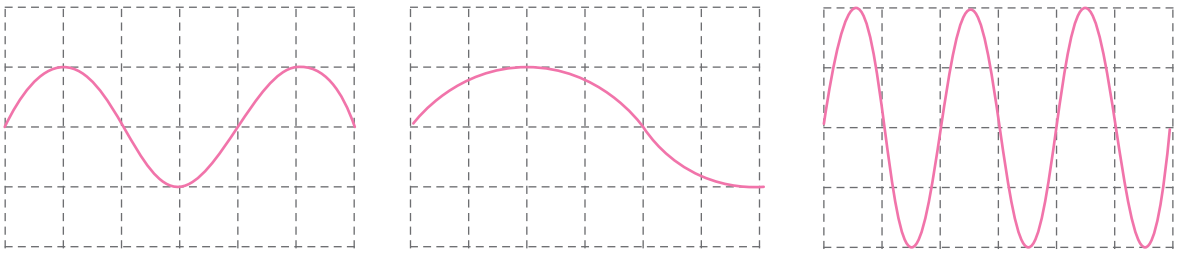
12. Zaman, sürat ve alınan yol arasındaki ilişkiye yönelik ön bilgilerinizden ve yaptığınız ölçümlerden yararlanarak dalga sürati kavramını dalga boyu, frekans ve periyot kavramları ile ilişkilendirerek tanımlayınız.

Değerlendirme

1. İpin kalınlığı veya yapıldığı malzemenin cinsi değişmedikçe dalganın sürati de değişmemektedir. Buna göre ip daha hızlı sallandığında ipte oluşturulan dalganın periyot, frekans ve dalga boyu niceliklerinden hangileri değişir?

2. Bir dalganın sabit frekansta dalga boyu artarsa, dalganın yayılma sürati ve periyodundaki değişimi açıklayınız.

3. Aynı ortamda yayılan K, L ve M dalgalarının görünümleri aşağıdaki şekilde verilmektedir.



K L M

Buna göre K, L ve M dalgalarının

a) Ortamdaki yayılma süratlerini karşılaştırınız.

b) Dalga boylarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

c) Frekanslarını karşılaştırınız.

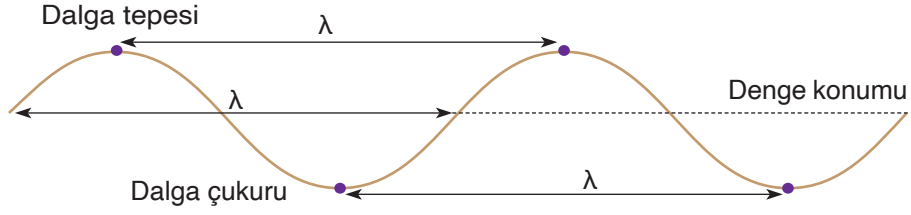
4. Aynı hava ortamında bir müzik aletinden sol ve mi notaları çalınıyor. Sol notasının frekansı, mi notasının frekansından büyük olduğuna göre bu notaların aynı hava ortamındaki dalga boylarını ve yayılma süratlerini karşılaştırınız.

Performans Görevine Hazırlık

Dalgaların temel kavramlarına yönelik bir kavram haritası hazırlamanız ve bu çalışmayı sunmanız istenecektir. Bu kavram haritası için her bölümde öğrendiğiniz kavramları bölümün sonunda ilgili alana not ediniz.

Bir cismin denge konumu etrafında yaptığı ileri geri ya da yukarı aşağı salınım hareketine **titreşim** denir. Titreşim hareketi dalgaların temelini oluşturur. Titreşim hareketi sonucunda esnek bir ortama aktarılan enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilirken ortamda oluşturduğu şekil değişikliğine **dalga** denir. Dalgaların yayılabildiği ortamlar **esnek ortamlar** olarak adlandırılmaktadır. Su, hava ve sarmal yay esnek ortama örnek verilebilir. Oluşan dalgaların esnek ortamda yayılmasına **dalga hareketi** adı verilir. Bir dalga hareketinin düzenli olarak tekrarlanması sonucunda meydana gelen dalgalara ise **periyodik dalgalar** denir.

Bir dalgada denge konumunun üstünde yer alan en yüksek noktaya **dalga tepesi**, denge konumunun altında yer alan en alçak noktaya **dalga çukuru** denir. Ardışık ve özdeş titreşen iki nokta (dalga tepesi ya da dalga çukuru) arasındaki mesafeye **dalga boyu** adı verilir. Başka bir deyişle dalga boyu, bir tam dalganın uzunluğu olarak da ifade edilebilir. **λ** (lamda) ile gösterilen dalga boyunun birimi SI'da **metre**dir. Bir dalganın dalga tepesi, dalga çukuru ve dalga boyu Şekil 4.1'de verilen periyodik dalga üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.1: *Dalga tepesi, dalga çukuru ve dalga boyunun periyodik dalga üzerinde gösterimi*

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894)

Berlin Üniversitesinde fizik alanında çalışmalara başlayıp 1885'te Karlsruhe (Karlzruhe) Üniversitesinde fizik profesörü ünvanını alan Heinrich Rudolf Hertz (Heynrih Rudolf Herts), 1888'de radyo dalgalarını keşfetmiştir. Sonrasında yapılan çalışmalarla radyo dalgasının hızının ışık hızı ile aynı olduğunun bulunmasının ardından Hertz; radyo dalgalarının ışık dalgaları gibi yansıma, kırılma ve girişim yapabildiğini göstermiştir. Birim zamanda yapılan titreşim olarak tanımlanan frekansı ölçmek için kullanılan birime hertz adı verilmiştir.

Bir tam dalganın oluşabilmesi için geçen süreye **periyot** adı verilir. T ile gösterilen periyotun SI'da birimi saniyedir. Dolayısıyla periyodik bir dalganın bir periyotluk süre içerisinde aldığı yola **dalga boyu** denir. Bir saniyede oluşan dalga sayısına ise **frekans** denir. f sembolü ile gösterilen frekansın SI'da birimi hertztir (herts). Hertz birimi adını Heinrich Rudolf Hertz'ten almaktadır. Hertz **Hz** ile gösterilir. 1 Hz = s^{-1}e eşittir. Periyot ve frekans arasındaki ilişki $T = \frac{1}{f}$ matematiksel modeli ile ifade edilir.

Bir dalganın frekansı ve periyodu, dalgayı üreten kaynağa bağlıdır. Kaynağın frekansı değişmediği sürece dalga ortam değiştirse dahi dalganın frekansı ve periyodu değişmez. Bir dalga, $t = T$ zamanında bir dalga boyu kadar yer değiştirdiğinde **dalganın sürati**

$$Dalganın\ sürati = \frac{Bir\ tam\ dalganın\ uzunluğu}{Bir\ tam\ dalganın\ oluşması\ için\ geçen\ zaman}$$

$\vartheta = \frac{\lambda}{T}$ matematiksel modeli ile hesaplanır. Dalga süratinin SI'da birimi m/s'dir.

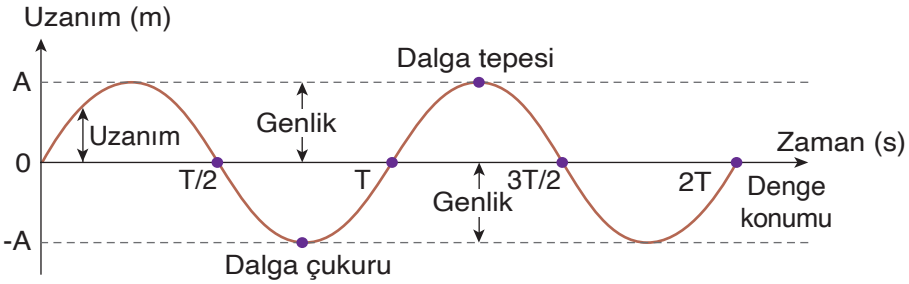
$T = \frac{1}{f}$ matematiksel modelde yerine yazılırsa dalganın sürati

$\vartheta = \lambda \cdot f$

ile de ifade edilebilir. Periyodik dalgalar ortam değişmediği sürece aynı süratle ilerler. Dalgaların ilerleme sürati sadece ortama bağlıdır.

Şekil 4.2'deki uzanım-zaman grafiği üzerinde bir dalgaya ait temel kavramlar gösterilmektedir.

Konu ile ilgili animasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

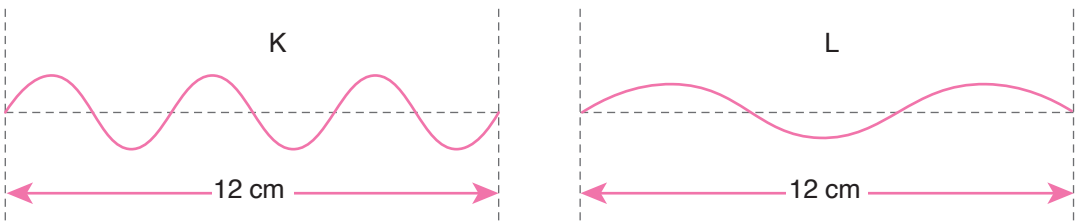


Şekil 4.2: *Periyodik dalgaya ait temel kavramların gösterimi*

Dalganın herhangi bir andaki konumunun denge noktasına dik uzaklığına **uzanım** denir. Uzanım vektörel bir büyüklük olup $\vec{x}$ sembolü ile gösterilir ve uzanımın SI'da birimi metredir. **Genlik** ise bir dalganın maksimum uzanımı ya da denge konumundan en uzak noktaya olan mesafesi olarak tanımlanır. Genlik, dalganın enerjisinin bir ölçüsüdür. **A** sembolüyle gösterilen genliğin SI'da birimi metredir.

Örnek

Özdeş K ve L yayları eşit büyüklükteki kuvvetlerle gerilerek şekildeki periyodik dalgalar oluşturulmaktadır.



Buna göre K ve L yaylarında oluşturulan dalgaların

a) Dalga boyları kaç cm'dir?

b) Frekanslarının oranını bulunuz.

Çözüm

a) K yayının yataydaki 12 cm'lik bölümünde 3 dalga oluşmuştur. Bu durumda bir tam dalganın dalga boyu $\lambda_K = \frac{12}{3} = 4$ cm bulunur.

L yayının yataydaki 12 cm'lik bölümünde ise 1,5 dalga oluştuğundan dalganın dalga boyu $\lambda_L = \frac{12}{1{,}5} = 8$ cm bulunur.

b) K ve L yayları özdeş olduğundan oluşturulan dalgaların yayıldıkları ortamlar aynıdır. Bu nedenle K ve L yaylarında oluşan dalgaların süratleri eşit olur. Bu durumda

$\vartheta_K = \lambda_K \cdot f_K$ ve $\vartheta_L = \lambda_L \cdot f_L$ yazılır.

$\vartheta_K = \vartheta_L$ olduğundan dalgaların frekanslarının oranı $\lambda_K \cdot f_K = \lambda_L \cdot f_L$

$\frac{f_K}{f_L} = \frac{\lambda_L}{\lambda_K} = \frac{8}{4} = 2$ bulunur.

4.1. Soru

Derinliği her yerde eşit olan bir dalga leğeninde oluşturulan dalgaların yandan görünüşü şekildeki gibidir.

Buna göre

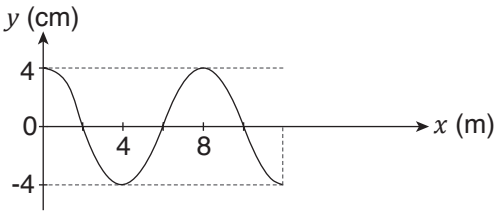
a) K'den L'ye doğru yayılan dalga boyundaki değişimin nedeni ne olabilir?

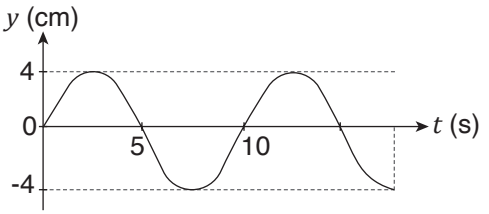
b) Oluşturulan 1 ve 5. dalgaların dalga boylarını, yayılma süratlerini ve frekanslarını karşılaştırarak yorumlayınız.

Cevap

4.2. Soru

Homojen bir ortamda oluşturulan periyodik bir dalganın genlik-dalga boyu ve genlik-zaman grafiği aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.





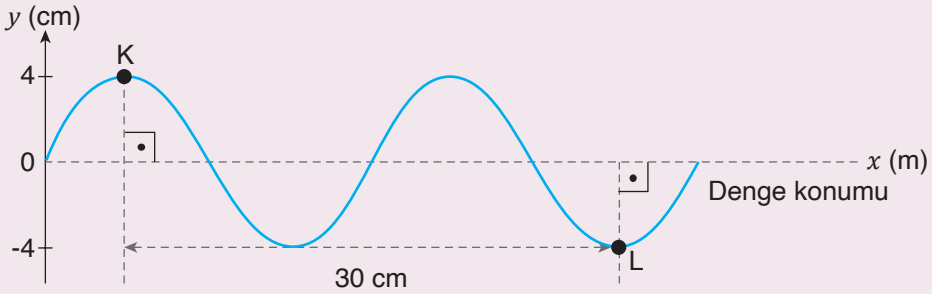
Buna göre dalganın yayılma sürati kaç m/s'dir?

Cevap

Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1. Aşağıda verilen periyodik dalganın K ve L noktaları arasındaki yatay uzaklık 30 cm'dir.



Dalganın ortamdaki yayılma sürati 8 cm/s olduğuna göre

a) Dalga boyu kaç cm olur?

b) Frekansı kaç Hz olur?

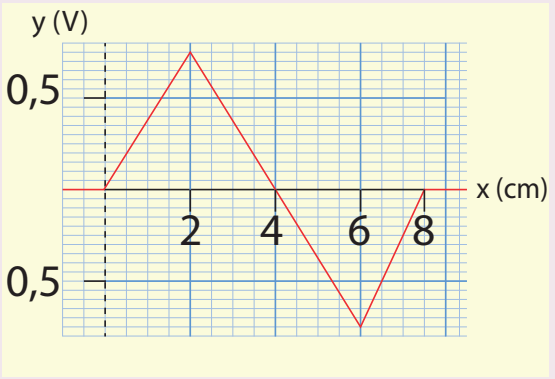
c) Genliği kaç cm olur?

ç) Kaynağın frekansı 0,5 Hz yapılırsa oluşan dalgaların dalga boyu kaç cm olur? Yeni oluşan dalgaları şekil üzerindeki ilgili alana çizerek gösteriniz.

2. Keman, dört teli olan yaylı bir çalgıdır. Keman telleri üzerinde sol, re, la ve mi temel notaları bulunur. Bu notalardan la notasının uluslararası standart referans frekansı 440 Hz'tir.

Sesin sürati havada 340 m/s olduğuna göre la notasının havadaki dalga boyunu hesaplayınız.

3.



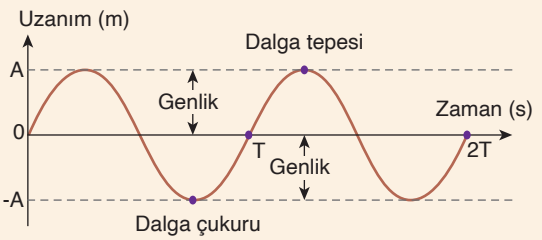
Elektriksel sinyallerin zaman içindeki değişimini görsel olarak temsil eden bir ölçüm cihazı olan osiloskop, bu sinyallerin dalga formlarının kullanıcı tarafından analiz edilebilmesini sağlar. Yandaki şekilde bir devreye ait dalga şeklinin osiloskop ekranındaki görüntüsü verilmiştir. Düşey eksen, gerilim olarak genliği ifade etmektedir.

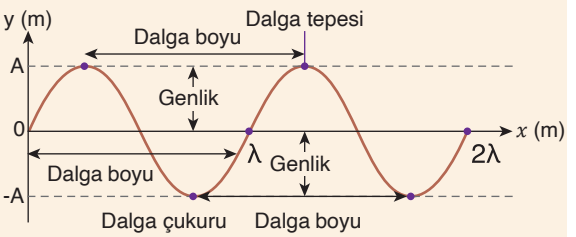
Görüntüdeki grafik değerlerini ve bir tam dalganın 2 s'de oluştuğunu dikkate alarak dalga hareketlerine ilişkin aşağıdaki ifadeler doğru ise ilgili alana "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifade için "Açıklama" bölümüne doğrusunu yazınız.

D/Y	İfadeler	Açıklama
	1. Dalganın genliği 0,75 V'tur.	
	2. Dalganın genliği 1,5 cm'dir.	
	3. Dalganın dalga boyu 8 cm'dir.	
	4. Dalga periyodik dalgadır.	
	5. Dalganın frekansı 2 Hz'tir.	

Kontrol Noktası

Belirli zaman aralıklarında kendini tekrar eden bir periyodik dalganın özellikleri şekil üzerinde gösterilmiştir:





Dalganın yayılma sürati $\vartheta = \lambda \cdot f$ matematiksel modeli ile bulunur. Periyot ile frekans arasında $T \cdot f = 1$ ilişkisi vardır. Frekans, 1 s'de oluşan dalga sayısıdır ve birimi Hz'tir, s^{-1}'e eşittir. Periyot ise bir tam dalganın oluşabilmesi için geçen süredir ve birimi s'dir.

Performans Görevine Hazırlık

Performans göreviniz için bu bölümde öğrendiğiniz kavramları aşağıdaki alana yazınız.

4.2. DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI

Konuya Başlarken

Durgun bir suya düşen yağmur damlaları, suyun yüzeyinde halka şeklinde dalgalar oluşturur. Bu dalgalar, su moleküllerinin enerjiyi birbirine aktarmasıyla yayılır. Benzer şekilde damlanın suya çarpma sesi de havada ses dalgaları olarak ilerler. Yağmur damlalarının hareketi ile oluşan sesin sürati ve ışığın sürati birbirinden farklıdır. Bu nedenle yağmur damlalarının suya çarpmasıyla beliren dalgalar hemen gözlemlenebilir fakat damlaların suya düşerken çıkardığı ses bir müddet sonra duyulur.

Suya düşen yağmur damlalarının oluşturduğu dalgalar

Günlük hayatta karşılaşılan tüm dalgalar aynı özelliklere sahip olabilir mi?

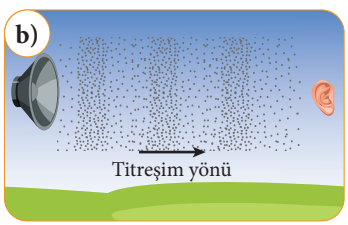
Yağmur damlasının su yüzeyinde oluşturduğu dalga ile konuşan bir kişinin oluşturduğu ses dalgası arasındaki benzerlik ve farklılıklar neler olabilir?

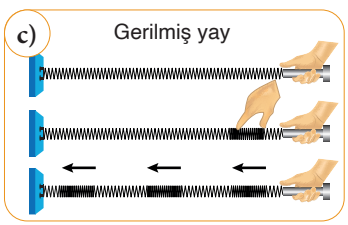
4.2. Etkinlik

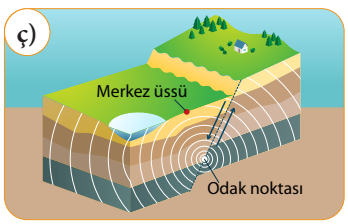
Adı	DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI
Amaç	Dalgaları titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre sınıflandırabilme
Süre	30 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

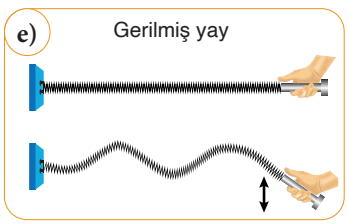
1. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.

2. Görsellerde verilen dalga türlerini inceleyiniz. Dalgaların hangi fiziksel özelliklere göre sınıflandırılabileceğini ve bu sınıflandırmayı hangi gerekçelerle yaptığınızı tablodaki ilgili alanlara yazınız.









Fiziksel Özellikler	Gerekçeler

3. Öğretmeninizin dalgaların titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre sınıflandırılması ile ilgili açıklamasını dinleyiniz. Grup arkadaşlarınızla tartışarak 2. adımda verilen görsellerdeki dalga türlerini titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre gruplandırınız. Gruplandırmanızı aşağıdaki tabloya yazınız.

Titreşim Doğrultusuna Göre	Taşıdığı Enerjiye Göre

4. Titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre sınıflandırdığınız dalgalara günlük hayattan birer örnek veriniz.

5. Öğretmeninizin açıkladığı titreşim doğrultusu ve taşıdığı enerjiye göre grupladığınız dalgaların doğruluğunu kontrol ediniz. Grup içinde iletişim kurarak zihin haritası, kavram haritası, sınıflandırma tablosu, anlam çözümleme tablosu araçlarından birini seçiniz. Seçtiğiniz aracı kullanarak dalga sınıflandırmasını aşağıda verilen alanda oluşturunuz. (Anlam çözümleme ve sınıflandırma tablosu örneğine ulaşmak için yandaki karekodu kullanabilirsiniz.)

Seçilen Araç: .....

Değerlendirme

1. Dalga hareketlerine ilişkin aşağıdaki ifadeler doğru ise ilgili alana "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadenin doğrusunu "Açıklama" bölümüne yazınız.

D/Y	İfadeler	Açıklama
	1. Dalgalar, taşıdığı enerjiye göre enine ve boyuna dalgalar olarak sınıflandırılabilir.	
	2. Boyuna yayılan bir dalga türü ile balık sürülerinin yeri tespit edilebilir.	
	3. Anne karnındaki bebeğin görüntülenmesinde elektromanyetik dalgalardan faydalanılır.	
	4. Deprem dalgaları hem enine hem boyuna yayılır.	
	5. Yay, ses ve su dalgaları mekanik dalgalara örnektir.	
	6. Ses dalgaları, elektromanyetik dalga türüne örnektir.	
	7. Trafikteki araçların süratinin tespitinde elektromanyetik dalgalardan yararlanılır.	

2. Aşağıda verilen dalga türlerini yayılması için bir ortama ihtiyaç duyup duymama durumuna göre sınıflandırınız. Her bir dalga türü için bir ortama ihtiyaç duyup duymama nedenini açıklayınız.

Ses Dalgaları:

Elektromanyetik Dalgalar:

Deprem Dalgaları:

Yay Dalgaları:

Su Dalgaları:

Dalgalar, taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultularına göre iki şekilde sınıflandırılır:

Taşıdığı Enerjiye Göre Dalgalar

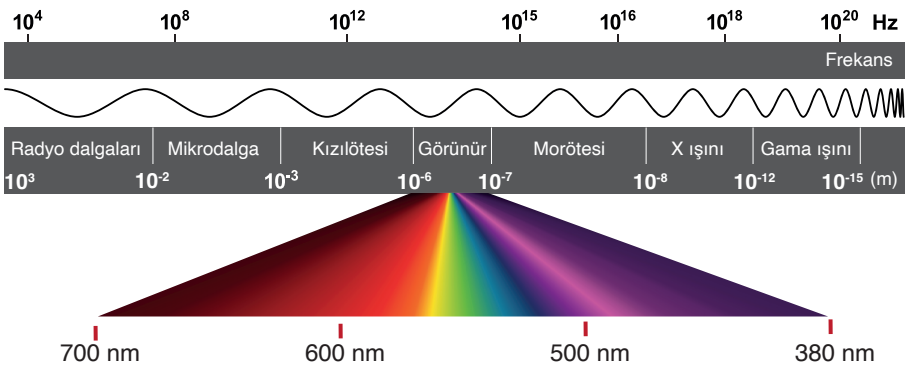
Dalgalar taşıdığı enerjiye göre mekanik ve elektromanyetik dalgalar olarak sınıflandırılır.

1. Mekanik Dalgalar

Enerjiyi taşımak için katı, sıvı, gaz, plazma gibi maddesel bir ortama ihtiyaç duyan dalgalara **mekanik dalgalar** denir. Esnek yüzeylere kuvvet uygulanarak oluşturulan mekanik dalgalar boşlukta ilerleyemez. Ses, yay, su ve deprem dalgaları mekanik dalgalara örnek verilebilir. Mekanik dalgalar günlük hayatta birçok alanda kullanım alanına sahiptir. Örneğin Mimar Sinan eserlerinde ses dalgalarının özelliklerinden yararlanmıştır.

2. Elektromanyetik Dalgalar

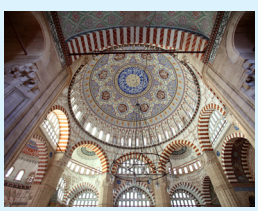
Yüklü parçacıkların ivmeli hareketleri sonucunda oluşan ve hem boşlukta hem de maddesel bir ortamda ilerleyebilen dalgalara **elektromanyetik dalgalar** denir. Elektromanyetik dalgaların dalga boyu ve frekanslarına göre sıralandığı çizelgeye **elektromanyetik dalga spektrumu** adı verilir. Şekil 4.3, elektromanyetik dalga spektrumunu göstermektedir.



Şekil 4.3: *Elektromanyetik dalgaların frekans ve dalga boyuna bağlı gösterimi*

Mimar Sinan

Osmanlı Dönemi'nin büyük mimarlarından biri olan Mimar Sinan, eserlerinde hem estetiği hem de işlevselliği ön planda tutarak sesin dengeli bir şekilde yayılmasını sağlayan akustik çözümler geliştirmiştir. Mimar Sinan'ın ustalık eseri olarak kabul edilen Selimiye Camisi, akustik açıdan da başarılı yapılardan biridir. Bu camide hem imamın sesi caminin her köşesinde net bir şekilde duyulur hem de kubbe yapısı sayesinde yankı en düşük seviyede tutulur.



Selimiye Camisi, Edirne

Elektromanyetik spektrum, düşük enerjili radyo dalgalarından çok yüksek enerjili gama ışınlarına kadar geniş bir aralığı kapsar. Spektrumda dalga boyu küçüldükçe enerji artar. İnsan gözü elektromanyetik spektrumdaki çok küçük bir aralıktaki dalgaları görebilir ve bu bölgeye **görünür bölge** adı verilir.

Elektromanyetik spektrumda yer alan dalgalar düşük frekanstan yüksek frekansa doğru sırasıyla radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür bölge, morötesi (ultraviyole) ışınlar, x ışınları ve gama ışınları şeklinde adlandırılır. Elektromanyetik dalgalar boşlukta yaklaşık $3 \cdot 10^8$ m/s büyüklüğündeki ışık hızı ile yayılır. Her bir dalga türü farklı teknolojilerde ve bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır.

Görsel 4.1: *Radyo teleskoplarının antenleri*

a) Radyo Dalgaları

Radyo dalgaları, elektriksel olarak yüklü parçacıkların genellikle bir anten aracılığıyla hızlandırılması sonucunda üretilir. Radyo vericileri bu dalgaları üretir, radyo teleskoplarının antenleri ise üretilen dalgaları yakalayarak ses veya veri sinyallerine çevirir (Görsel 4.1). Radyo dalgaları düşük enerjili olduğundan canlı hücreler üzerinde zararlı etkilere sahip değildir.

b) Mikrodalgalar

Görsel 4.2: *Araçların süratini ölçen radar*

Kablosuz genel ağ erişiminde kullanılan modemlerde, GPS sistemlerinde, uydularda, uzaktan kontrol cihazlarında ve evlerde kullanılan mikrodalga fırınlarda mikrodalgalardan yararlanılmaktadır. Ayrıca Görsel 4.2'de görüldüğü gibi kara yolu trafiğinde seyir hâlindeki araçların süratini ölçen radarlarda da mikrodalgalar kullanılmaktadır.

c) Kızılötesi Işınlar

Görsel 4.3: *Fiber optik kablolarda kızılötesi ışın kullanımı*

Kızılötesi ışınlar; termal kameralarda, temas etmeden sıcaklık ölçümü yapabilen termometrelerde, gece görüş kameralarında, hızlı kurutma cihazlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır. 2020'de dünyayı etkisi altına alan COVID vakalarının tespiti için havalimanı, alışveriş merkezi gibi kapalı mekânlarda vücut sıcaklıklarının uzaktan ölçülmesi amacıyla kızılötesi ışınlarla çalışan termal cihazlardan yararlanılmıştır. Görsel 4.3'te görüldüğü gibi fiber optik sistemlerde verilere daha hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmak amacıyla kızılötesi ışınlarından yararlanılmaktadır.

ç) Görünür Bölge

Görünür bölge, elektromanyetik spektrumun insan gözüyle algılanabilen aralığıdır. Dalga boyları yaklaşık 380 nm (nanometre) ile 700 nm arasında değişir. Bu aralıkta farklı dalga boylarındaki ışınlar farklı renklerde görülür. En kısa dalga boyu mor ışığı, en uzun dalga boyu ise kırmızı ışığı oluşturur. Cisimlerden yayılan veya yansıyan görünür bölgedeki ışınlar cisimlerin görülebilmesini sağlar. İnsan gözü, bu spektrumun dışındaki dalgaları (ultraviyole, kızılötesi vb.) algılayamaz. Görünür bölge ışınları teknoloji, sağlık, endüstri, iletişim gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Görsel 4.4: *Diş dolgusunda morötesi ışın kullanımı*

d) Morötesi Işınlar

Çok yönlü kullanım alanlarına sahip olan morötesi ışınlar, ultraviyole (UV) ışınlar olarak da bilinmektedir. Morötesi ışınlar bakterileri öldürme ve cisimleri dezenfekte etme özelliğine sahiptir. Bu özellikleri sebebiyle hastane, okul, otel gibi halka açık alanlarda morötesi ışınlardan sıklıkla yararlanılır (Görsel 4.4).

Morötesi ışınlar; diş dolgusu yapımı, su arıtma sistemleri, bazı cilt hastalıklarının tedavisi, güzellik merkezlerindeki solaryum hizmetleri gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

e) X Işınları

X ışınları birçok alanda geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Örneğin tıpta teşhis ve tedavi amacıyla kullanılan röntgen ve bilgisayarlı tomografi cihazları, x ışınları sayesinde görüntüleme imkânı sunar (Görsel 4.5). Alışveriş merkezi, havaalanı gibi yerlerde çanta ve valizlerin kontrolünü sağlayan x-ray cihazlarında x ışınlarından yararlanılmaktadır. Ayrıca bina kolonlarının depreme karşı direncinin belirlenmesinde ve metallerde yapılan kaynağın sağlamlığının tespit edilmesinde de bu ışınlardan yararlanılır.

Görsel 4.5: *Röntgen görüntüsü*

f) Gama Işınları

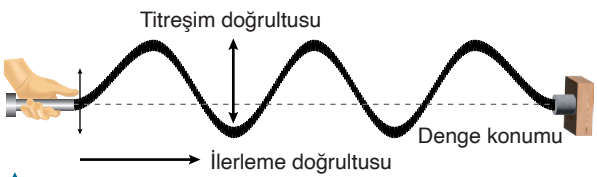
Gama ışınları, yüksek enerjileri sebebiyle canlılar açısından hayati risk oluşturabilen elektromanyetik dalgalardır. Kanserli hücrelerin tespitinde kullanılan PET (pozitron emisyon tomografisi) cihazı (Görsel 4.6), vücuda verilen radyoaktif maddenin oluşturduğu gama ışınlarını yakalayarak görüntü oluşturur. Bazı kanserlerin tedavisi için gama ışınları radyoterapide kullanılır. Ayrıca gama ışınları, gezegenlerin özelliklerinin belirlenmesinde atmosferlerindeki farklı elementlerin varlığının ve oranlarının ortaya koyulmasında kullanılır.

Görsel 4.6: *PET cihazı*

Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar

1. Enine Dalgalar

Bir yaya yukarı yönde Şekil 4.4'teki gibi kuvvet uygulandığında yayın tüm noktaları dalganın ilerleme doğrultusuna dik doğrultuda titreşir. **Titreşim doğrultusu**, bir dalganın titreşiminin hangi yönde gerçekleştiğini ifade eder. Bu şekilde titreşim doğrultusu ile ilerleme doğrultusu birbirine dik olan dalgalara **enine dalgalar** denir. Yayda oluşan dalgalar, elektromanyetik dalgalar ve deprem dalgaları enine dalgalara örnek verilebilir.



Şekil 4.4: *Enine dalgalar*

2. Boyuna Dalgalar

Yay dalgasının Şekil 4.5'teki gibi bir bölümü sıkıştırılıp bırakıldığında bu bölüm yay boyunca ilerler. Yay halkalarının yer değiştirme doğrultusu, sıkışan bölgenin ilerleme doğrultusuna paraleldir. Bu şekilde titreşim doğrultusu ile ilerleme doğrultusu birbirine paralel olan dalgalara **boyuna dalgalar** denir. Yay ve deprem dalgalarının bazıları ile ses dalgaları boyuna dalgalara örnek gösterilebilir.

Şekil 4.5: *Boyuna dalgalar*

Konu ile ilgili etkinlik için karekodu kullanabilirsiniz.

3. Hem Enine Hem Boyuna Dalgalar

Titreşim doğrultuları yayılma doğrultularına aynı anda hem dik hem de paralel olan dalgalardır. Deprem dalgalarının bir bölümü ve su dalgaları, bu tür dalgalara örnek olarak verilebilir.

Örnek

Tıbbi görüntüleme amacıyla yapılan taramalarda uzun süre x ışınlarına maruz kalan bir hastanın hücreleri zarar görebilir ancak kişinin uzun süre güneş ışığına maruz kalması hücrelerine aynı düzeyde zarar vermez.

Bu durum, x ışınlarının hangi fiziksel özelliklerinin görünür ışığa göre daha yüksek olmasından kaynaklanır?

Çözüm

X ışınlarının zararlı etkileri, görünür bölge ışınlarına göre daha yüksek frekansa sahip olmasından kaynaklanır. X ışınları, yüksek enerjileri nedeniyle hücrelerdeki atomları iyonlaştırabilir ve bu durum DNA hasarı, hücre ölümü gibi olumsuz etkilere yol açabilir. Görünür ışık ise daha düşük enerjiye ve daha uzun dalga boyuna sahip olduğundan hücrelerde iyonlaştırıcı etki oluşturmaz ve genellikle onlara zarar vermez.

4.3. Soru

Aşağıda verilen ifadelerde oluşan dalgaların türlerini belirleyiniz. Belirlediğiniz dalga türlerini ve dalgaların titreşim doğrultularını tabloda ilgili alana yazınız.

Cevap

İfade	Dalga Türü	Titreşim Doğrultusu
Odanın lamba açılarak aydınlatılması		
Bahçedeki çocuğa seslenilmesi		
Havuzda yüzülürken suyun hareketlendirilmesi		
Zemin hareketinden dolayı binanın titreşimi		

Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere kutucuklarda verilen kelimelerden uygun olanları yazınız.

gama ışınları	mekanik	radyo	görünür bölge	deprem	titreşim
elektromanyetik	radyo dalgaları	yay	ses	su	uzanım

I. 1880'lerin sonunda keşfedilen ..... dalgalar, radyo ve televizyon gibi iletişim teknolojilerinde kullanılmaktadır.

II. Elektromanyetik spektrumda ..... en yüksek enerjiye sahiptir.

III. 380-700 nm arası dalga boyuna sahip ..... bir elektromanyetik dalga türüdür.

IV. Deprem sırasında oluşan dalgalar, ... dalgalardır.

V. Mikrodalgaların frekansı ..... dalgalarına göre daha büyüktür.

VI. Mekanik dalga olan ..... ve ..... dalgaları hem enine hem de boyuna dalgalardır.

VII. Bir dalganın ..... değeri, dalganın denge konumundan uzaklığını tanımlar.

VIII. Rüzgârda sallanan yapraklarda ve kanat çırpan bir arıda ..... hareketi görülür.

2. Fizik öğretmeni, öğrencilerine mekanik ve elektromanyetik dalgalar arasında fark olup olmadığını sorar. Öğrenciler aşağıdaki deneyimleri paylaşır:

Derya: Uzaydaki yıldızlardan yayılan ışıkların dünyaya ulaşması zaman aldığı için yıldızların geçmişteki hâllerini görebiliriz.

Arda: Havası boşaltılmış bir balon içinde telefondan çıkan ses duyulmaz ancak telefonun ekranındaki ışık yanar.

Derya ve Arda'nın paylaşımlarından ve kendi deneyimlerinizden yola çıkarak mekanik ve elektromanyetik dalgaların hangi özelliklerinin farklı olduğunu yazınız.

3. Aşağıda dalga türleri ve dalga türleriyle ilişkili günlük hayat örnekleri verilmiştir.

Örneklerin başındaki harfleri dalga türlerindeki yay ayracın içine yazarak dalga türleri ile günlük hayat örneklerini uygun şekilde eşleştiriniz. (Bir günlük hayat örneği birden fazla dalga türü ile ilişkili olabilir.)

		Dalga Türleri
(.....)	I.	Mekanik dalgalar
(.....)	II.	Elektromanyetik dalgalar
(.....)	III.	Enine dalgalar
(.....)	IV.	Boyuna dalgalar

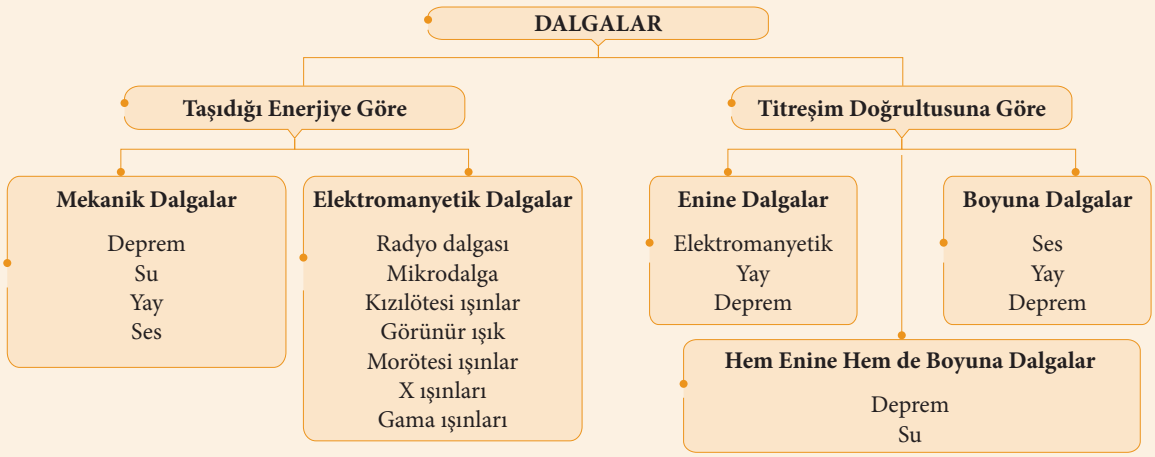
	Günlük Hayat Örnekleri
a)	Güneş ışığının tende hissettirdiği sıcaklık
b)	Buzdolabı motorundan çıkan ses
c)	Bir gölete taş atıldığında göletin yüzeyinde oluşan dalgalar
ç)	Masa üzerindeki bir cep telefonuna gelen mesaj sinyali
d)	Bir evdeki kablosuz ağ sinyalleri
e)	Gökyüzünde gözlenen kutup ışıkları
f)	Deprem esnasında oluşan sismik dalgalar
g)	Bir kanyonda duyulan sesler

4. Aşağıdaki tabloda yer alan dalgaları özelliklerine göre "✓" ile işaretleyiniz.

Dalgalar	**Enine Dalga**	**Boyuna Dalga**	**Mekanik Dalga**	**Elektromanyetik Dalga**
Yay				
Su				
Deprem				
Ses				
Radyo				
Mikrodalga				
Kızılötesi				
Morötesi				
Görünür bölge				
X ışınları				
Gama ışınları				

Kontrol Noktası

Dalgalar taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultusuna göre iki grupta sınıflandırılır:



Performans Görevine Hazırlık

Performans görevinizde kullanmak üzere bu bölümde öğrendiğiniz kavramları aşağıdaki alana yazınız.

4.3. DALGALARIN YAYILMA SÜRATİNİ ETKİLEYEN ETMENLER

Konuya Başlarken

Denizde rüzgâr etkisiyle oluşan dalgaların kıyıya yaklaştıkça dalga boyunun azaldığı ve dalgaların yavaşladığı gözlemlenir. Sörfçüler rüzgâr sörfü yaparken meydana gelen dalga değişimlerini ve süratin azalmasını göz önünde bulundururlar. Özellikle kıyıya yakın bölgelerde dalgaların küçülmesi ve azalması sebebiyle sörfçülerin bu bölgelerde daha dikkatli olmaları gerekir.

Kıyıya yaklaştıkça denizdeki dalgaların süratinin azalmasının nedeni ne olabilir?

Su dalgası

Şimşek çaktığında şimşeğin ışığı anında görülür fakat sesi bir süre sonra duyulur. Bu durum şimşeğin görüntüsü ile gök gürültüsünün sesinin kişiye ulaşma süreleri arasındaki farktan kaynaklanır. Sesin ulaşma süresi havanın sıcaklığına bağlı olarak değişir. Çünkü ses, soğuk havalarda sıcak havalara göre daha zor duyulur. Şimşek görüldükten sonra gök gürültüsü duyulana kadar geçen süre ölçülerek fırtınanın uzaklığı yaklaşık olarak hesaplanabilir.

Görüntü ve sesin farklı zamanlarda algılanmasının sebebi ne olabilir?

Sıcak havalarda sesin daha iyi duyulmasının sebebi ne olabilir?

Şimşek

4.3. Etkinlik

Adı	DALGALARIN YAYILMA SÜRATİ
Amaç	Dalgaların yayılma süratini etkileyen etmenlere ilişkin tahminde bulunabilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız. Etkinlik "Grup Değerlendirme Formu" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.

2. Verilen metni okuyarak aşağıdaki soruların cevapları ile ilgili tahminlerinizi yazınız.

Ailesiyle birlikte tatile giden Gülin, babası ile denize dalarak su altını inceler. Gülin ve babası suyun altındayken yaklaşmakta olan bir balıkçı teknesinin motor sesini duyarlar. Gülin teknenin motor sesinin çok yakından geldiğini düşünür ancak suyun yüzeyine çıktığında aslında teknenin düşündüğü kadar yakın olmadığını görür.

a) Motor sesinin su altında daha yakından geliyormuş gibi duyulmasının sebebi ne olabilir?

b) Bu olayda sesin sudaki ve havadaki yayılma süratleri arasındaki farkı açıklayınız?

c) Ses dalgalarının sürati ile ilgili ulaştığınız sonuçlar tüm dalgalar için genellenebilir mi? Açıklayınız.

3. Yandaki karekodu kullanarak videoyu izleyiniz ve aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

İzlediğiniz videodan ve ön bilgilerinizden yararlanarak su ve ses dalgalarında yayılma süratini etkileyen etmenleri sınıf arkadaşlarınızın bakış açılarını da dikkate alarak tahmin ediniz. Tahminlerinizi gerekçeleri ile yazarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. Su ve ses dalgalarının yayılma süratini test edebileceğiniz ortamları grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde planlayarak tasarlayınız. Yaptığınız tasarımlarla su ve ses dalgalarının farklı ortamlardaki yayılma süratleri ile ilgili denemeler yapınız. Aşağıda verilen tablodaki boş alanları planlamalarınız ve gözlemleriniz doğrultusunda doldurunuz.

	Su Dalgaları	**Ses Dalgaları**
Değişkenlerle İlgili Hipotez		
Yayılma Süratinin Test Edilebileceği Ortamlar İle İlgili Hipotez		
Yapılan Gözlemler		
Tasarım		
Dalga Türü	Mekanik dalgadır. Yayılması için maddesel ortam gereklidir.	Mekanik dalgadır. Yayılması için maddesel ortam gereklidir. Boşlukta yayılamaz.
Dalgaların Hızlarının Farklı Ortamlarda Karşılaştırılması		
Dalgaların Yayılma Süratine Etkiyen Etmenler		

5. Grup üyelerinizle elektromanyetik dalgaların farklı ortamlardaki yayılma süratleri ile ilgili tahminlerinizi ve tahminlerinizin geçerliliğini aşağıdaki tabloya yazınız. Tabloya yazdıklarınızı diğer gruplarla sözlü olarak paylaşınız. Öğretmeninizin rehberliğinde sınıf arkadaşlarınızın görüşlerini de göz önünde bulundurarak tahminlerinizi ve tahminlerinizin geçerliliğini değerlendiriniz, hata durumunda yazdıklarınızı yeniden düzenleyiniz.

Elektromanyetik Dalgaların Farklı Ortamlardaki Yayılma Sürati İle İlgili Tahminleriniz	**Tahminlerinizin Geçerliliği**
1. Boşluk:	
2. Maddesel Ortam:	

Değerlendirme

1. Sürat kavramı ile dalgaların yayılma sürati kavramı arasında ne tür bir ilişki olduğunu yazınız.

2. Etkinlikte yaptığınız çalışmalar neticesinde günlük hayatta karşılaştığınız dalgaların yayılma süratine ilişkin farkındalıklarınızı yazınız.

3. Morötesi ışınlar ile gama ve x ışınlarını algılayan teleskoplar neden Dünya'ya değil de uzaya kurulur?

4. Ses dalgalarının katı maddelerde daha hızlı yayılmasının sebebi ne olabilir?

5. Gözlemlerinizden elde ettiğiniz bilgileri kullanarak dalga süratinin ortama bağlı olduğunu yansıtan bir slogan oluşturunuz.

Yandaki karekodu kullanarak "Grup Değerlendirme Formu"na ulaşabilirsiniz.

Mekanik dalgaların yayılabilmek için maddesel ortama ihtiyacı vardır. Buna karşın elektromanyetik dalgalar boşlukta da yayılabilir. Dalgaların yayılma sürati yayıldıkları ortamın fiziksel özelliğine göre değişiklik gösterir. Örneğin ortamın yoğunluğu, esnekliği ve sıcaklığı dalgaların yayılma süratini doğrudan etkiler.

Bir ses kaynağından çıkan ses, maddenin taneciklerini titreştirir. Bu titreşim, tanecikler arasında birbirine aktarılır ve ses yayılır. Ses dalgası, madde moleküllerinin birbirine en yakın olduğu katı ortamda en yüksek süratle yayılırken gaz ortamda en düşük süratle yayılacaktır. Ortam moleküllerinin titreşim enerjisinin sıcaklık arttıkça arttığı da göz önünde bulundurulduğunda aynı maddesel ortamda üretilen ses dalgaları sıcaklığın fazla olduğu yerde daha süratli yayılacaktır. Örneğin su altındaki dalgıç, bir deniz aracının motor sesini motora aynı uzaklıkta bulunan ve su altında olmayan yüzücüden daha önce duyar.

Su dalgalarının yayılma sürati, suyun derinliğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Derinlik arttıkça su dalgalarının yayılma sürati de artar. Açık denizlerde oluşan Görsel 4.7'deki gibi su dalgalarının sürati, sahil gibi sığ bölgelere yaklaştıkça azalır. Benzer şekilde deprem dalgaları da kayaç gibi sert ortamlarda kum ya da toprak gibi yumuşak ortamlara göre daha büyük süratle yayılır. Depremin meydana geldiği alana aynı uzaklıkta bulunan kayalık bölge, deprem dalgasını toprak bölgeden daha önce hisseder.

▲ ***Görsel 4.7:*** *Sığ bölgedeki dalgalar*

Elektromanyetik dalgalar boşlukta ışık hızıyla yayılır. Boşluktan maddesel ortama geçen elektromanyetik dalgaların ortalama yayılma sürati, ortamın yoğunluğunun artmasıyla azalmaktadır.

Örnek

Gökçe ile Defne, iki plastik bardak ve bir ip kullanarak basit bir telefon yapmaya karar verirler. Plastik bardakların tabanlarına makasla küçük bir delik açarlar. Yaklaşık 3 m uzunluğundaki ipin iki ucunu bardakların deliklerinden geçirerek şekildeki gibi birbirine bağlarlar. Gökçe ile Defne bardakları tutup ipi gerecek şekilde birbirlerinden uzaklaşırlar. Gökçe yavaşça önce havaya ve sonra bardağın içine aynı cümleyi söyler. Her iki durum için Defne'nin ne duyduğunu sorar.

Buna göre Defne, sesi hangi durumda daha net duymuş olabilir? Bu durumun nedenini gerekçesiyle açıklayınız.

Çözüm

Defne ip yardımıyla sesi daha net duymuştur. Bunun nedeni sesin katı ortamda (ip) havaya göre daha hızlı ve daha az kayıpla yayılmasıdır. İp gibi katı bir ortamda titreşimler daha etkili bir şekilde iletilir. Bu yüzden Defne ip gergin olduğunda sesi daha net duymuştur.

4.4. Soru

Tren rayının üzerinde bulunan bir kuş tren sesinden korkup kaçarken aynı tür başka bir kuş, rayın dışında sesi duymadığı için sesten etkilenmez. Bu durum, trenin sesinin raylarda havadakinden yaklaşık 14 kat daha süratli olmasından kaynaklanır.

Buna göre farklı ortamlarda sesin süratinin değişmesinin sebebini açıklayınız.

Cevap

Örnek

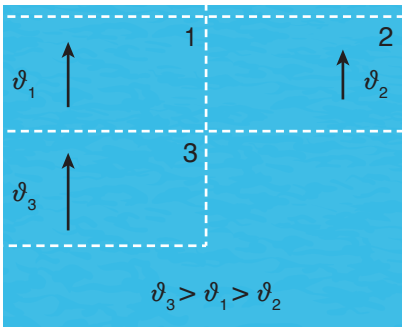
Bir deneyde suyun içinde titreşen bir dalga kaynağıyla belli frekans ve ses şiddetinde ses dalgaları üretilmiştir. Deneyde dalga kaynağı yüzeye yakın, orta derinlikte ve dibe yakın olmak üzere üç farklı derinliğe yerleştirilmiştir. Hassas bir zamanlama mekanizması kullanılmış ve farklı derinliklerdeki seslerin sürati ölçüldüğünde dibe yakın olan noktada sesin süratinin diğerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre sesin süratinin dibe yakın noktada daha yüksek olmasının nedenini yoğunluk, basınç ve sıcaklıkla ilişkilendirerek kısaca açıklayınız.

Çözüm

Basınç arttıkça su molekülleri birbirine yaklaşır, bu da ses dalgalarının daha süratli iletilmesini sağlar. Suyun derin ortamlardaki yoğunluğu ve basıncı yüzeye yakın ortamlarınkine göre daha fazladır. Bundan dolayı ses dalgaları derin ortamlarda daha süratli yayılır. Ayrıca sudaki sıcaklık değişimleri de sesin süratini etkileyebilir. Doğal ortamlarda suyun sıcaklığı belirli bir noktaya kadar derinliğin artmasıyla azalır. Bu durum sesin yayılma süratinin azalmasına neden olur.

4.5. Soru



Deniz kenarında bulunan bir otelin tanıtımını yapmak için kıyı şeridinin havadan görüntüsü dron ile videoya alınır. Bu videoyu izleyen bir lise öğrencisi, denizdeki dalgaların süratinin her yerde aynı olmadığını fark eder. Öğrenci video görüntüsünü şekildeki gibi bölgelere ayırıp 1, 2 ve 3 numaralarıyla adlandırır. Bu bölgelerde dalgaların yayılma süratlerinin arasındaki ilişkiyi $\vartheta_3 > \vartheta_1 > \vartheta_2$ olarak belirler.

Buna göre 1, 2 ve 3. bölgelerin derinliklerini (d_1, d_2, d_3) küçükten büyüğe sıralayınız.

Cevap

4.6. Soru

Fizik öğretmeni, öğrencilerinden dalgalarla ilgili gözlemlerini paylaşmalarını ister. Öğrencilerin deneyimleri aşağıdaki gibidir:

Sudem: Kapalı havalarda şimşek çaktığında önce ışığı görürüz, sonra sesi duyarız.

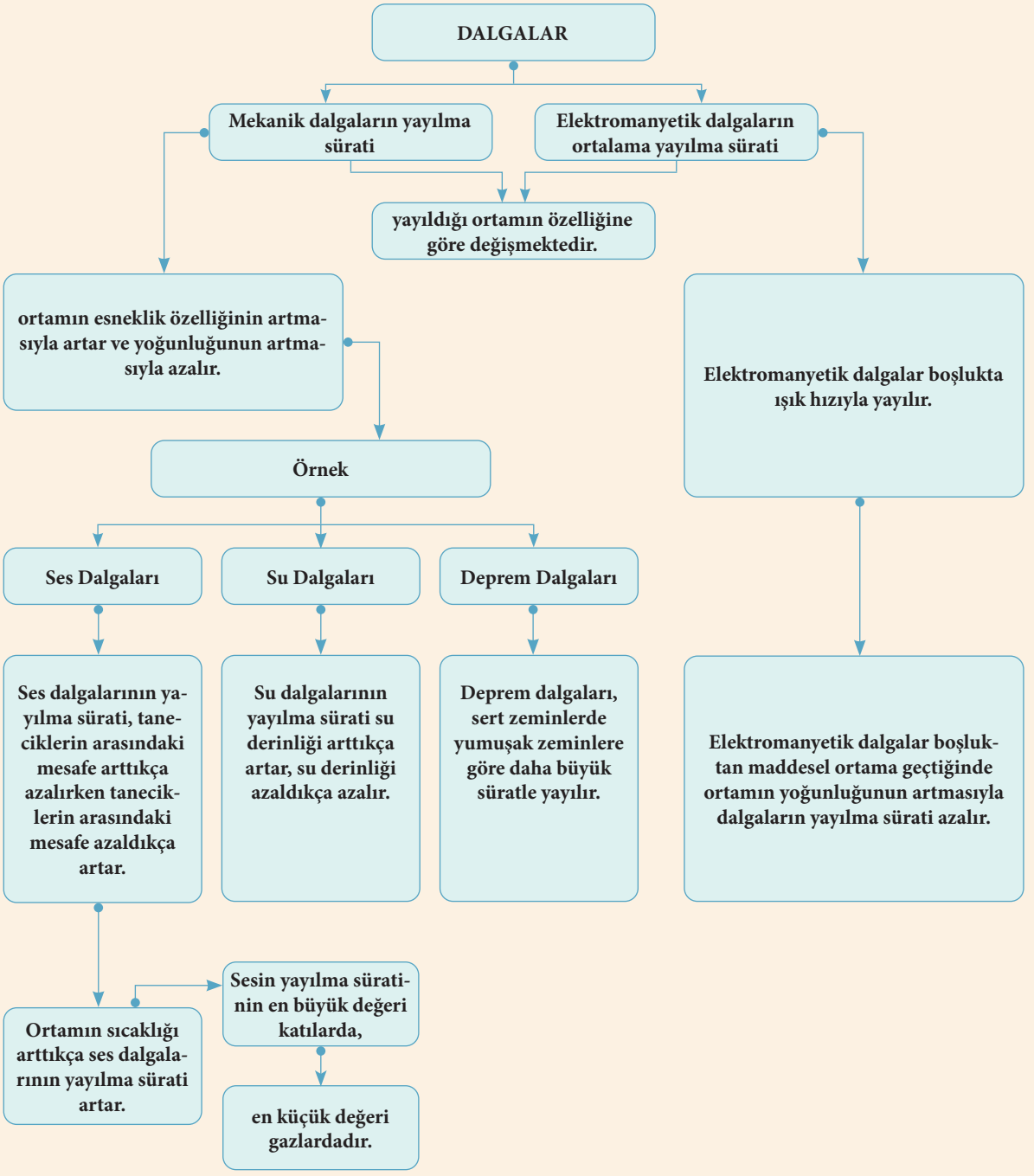
Cihan: Havası boşaltılmış cam fanusun içinde bulunan bir zil, lamba ve pilden oluşan devrede zilin sesi duyulmazken lambanın ışığı görülür.

Eslem: Cep telefonlarında iletişim, baz istasyonları ile sağlanırken uydu telefonlarında uydular ile sağlanır. Uydu telefonları, baz istasyonlarının bulunmadığı açık denizler, orman yangınlarının yaşandığı bölgeler ve geniş açık hava etkinliklerinde iletişimin sağlanması amacıyla kullanılır.

Sudem, Cihan ve Eslem'in cümlelerindeki mekanik ve elektromanyetik dalga örneklerini yazınız. Mekanik ve elektromanyetik dalgalar arasındaki farkları kısaca açıklayınız.

Cevap

Kontrol Noktası



Performans Görevine Hazırlık

Performans göreviniz için bu bölümde öğrendiğiniz kavramları aşağıdaki alana yazınız.

Performans Görevi

Adı	DALGALARIN TEMEL KAVRAMLARI
Beklenen Performans	Kavram haritası hazırlama ve sunma
Süre	35 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı, Akran Değerlendirme Formu

Dalgaların temel kavramlarını, dalgaların sınıflandırılmasını ve farklı ortamların dalgaların yayılma süratine etkilerini bir araya getiren bir kavram haritası oluşturunuz. Tanımlar ve temel özellikler de dâhil olmak üzere dalgaların temel kavramlarını kısaca açıklayınız. Bu amaçla dalgalar ünitesinin sonunda ilk üç bölüm için kaydettiğiniz kavramları kullanınız. Kavram haritasını tamamladığınızda sunumunuzu yapınız.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Dalgaların kavram haritasını A4 kâğıdında oluşturunuz.
- Kavramların sembollerine yer veriniz.
- Konuya ilişkin kavramlar arasındaki bağlantıların bilimsel açıdan uygunluğuna dikkat ediniz.
- Kavramlar arasındaki ilişkileri oklarla açık ve anlaşılır biçimde gösteriniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

Değerlendirme

Akran Değerlendirme Formu

Öğrencinin

Adı Soyadı:

Numarası:

Sıra arkadaşınızın performans görevine ilişkin değerlendirme yapmak amacıyla aşağıdaki maddeleri okuyunuz ve her maddeye ilişkin tablodaki uygun hücreyi işaretleyiniz. "HAYIR" işaretlerinize yönelik maddelerde arkadaşlarınızın öğrenme eksikliklerini gidermesi yönünde dönüt veriniz.

ÖLÇÜTLER	EVET	HAYIR
1. Dalgalar ile ilgili kavramları geniş kapsamlı biçimde yazmıştır.		
2. Kavramlar arasındaki ilişkiyi doğru şekilde kurmuştur.		
3. Bilgileri mantıklı ve sistemli biçimde dağıtmıştır.		
4. Sunumda düzgün bir Türkçe kullanmıştır.		
5. Sunumda ses tonu ve beden dilini etkili kullanmıştır.		
6. Kavramların sembollerini doğru bir biçimde göstermiştir.		
7. Kavramlar arası ilişkileri oklarla açık ve anlaşılır biçimde göstermiştir.		
8. Süreyi verimli şekilde kullanmıştır.		

Sunumunuz öğretmeniniz tarafından “Dereceli Puanlama Anahtarı” ile değerlendirilecektir. Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

4.4. PERİYODİK HAREKETLER

Konuya Başlarken

Tarih boyunca insanlar çeşitli yöntemlerle zamanı anlamaya ve ölçmeye çalışmışlardır. Bu yöntemlerden biri de bir çubuğun gölgesinin Güneş'in konumuna göre değişen uzunluğu ve yönünün belirlenmesine dayalı olarak zamanın ölçülmesidir. Benzer şekilde Ay'ın Dünya etrafındaki döngüsü ile oluşan görünür şeklinin değişmesinden yararlanılarak ay takvimi oluşturulmuştur. Tarihte bu döngüler ile zamanın ölçümü sağlanmıştır.

Güneş saati

İnsanlar Ay ve Güneş'in döngüsü haricinde başka hangi doğa olaylarından yararlanarak zamanı ölçmüşlerdir?

Zaman, olayların oluş ve akış sırasını belirleyen temel bir niceliktir. Güneş'in doğuşu ve batışı gibi doğal olaylarla başlayan zaman kavramının belirlenmesi, daha hassas ölçümler gerektikçe farklı yöntemlerle ele alınmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri de periyodik hareketlerin kullanılmasıdır. Sarkaçlı ve zemberekli saatlerin çalışma prensipleri periyodik hareketler üzerine kuruludur.

Zemberekli saat

Periyodik hareketin zamanı ölçmedeki önemi nedir?

Sarkaçlı saatlerde sarkacın her salınımında sabit bir süre geçer ve bu süreye göre saat ilerler. Zemberekli saatlerde ise bir yay (zemberek), belirli bir enerji birikimiyle döngüsel hareket oluşturur. Böylece saatin zamanı ölçmesi mümkün hâle gelir. Her iki mekanizmada da temel unsur, düzenli şekilde tekrar eden hareketlerdir.

Sarkaçlı saat

Sarkaçlı ve zemberekli saatlerin çalışma prensipleri arasındaki benzerlikler nedir?

Günümüzde kullanılan dijital saatler, atom saatleri ve dokunmatik saatler ile zemberekli veya sarkaçlı saatlerin arasındaki farklılıklar neler olabilir?

4.4. Etkinlik

Adı	BASİT SARKAÇ VE YAY SARKACI
Amaç	Periyodik hareketlere ilişkin deneyimlerini yansıtabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Farklı uzunluktaki ipler, kütle setleri, kronometre, genel ağ bağlantılı cihaz, farklı sertlikte iki yay
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız ve "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

1. Aşağıdaki metinden yola çıkarak periyodun zamanı ölçme özelliğini yorumlayınız.

XVI. yüzyılda Galileo, tavanda asılı duran büyük bir sarkacın hareketini gözlemlemeye başlar. Farklı etkiler nedeniyle sarkaç ileri geri sallanmaktadır. Galileo, sarkacın hareketini izlerken ilginç bir şey fark eder: Sarkaç her ileri geri sallanışını aynı sürede tamamlamaktadır. Galileo, sarkacın periyot süresinin değişip değişmediğini anlamak için kendi nabzını kullanır. Sarkacın her bir salınımında nabzını sayarak avizenin sallanma süresinin sabit olduğunu ve sarkacın periyodunun değişmediğini doğrular.

Bu gözlemler sonucunda Galileo, bir sarkacın periyodunu keşfetmek için bir ipin ucuna farklı kütleler bağlayarak deneyler yapar. Deney sırasında ipin uzunluğunu, bağladığı kütleyi ve kütlenin bırakıldığı yüksekliği

değiştirerek ölçümlerini tekrarlar. Galileo'nun bu basit gözlemi, sarkaçlı saatlerin geliştirilmesine ilham olmuştur. XVII. yüzyılda Galileo'nun sarkaç prensibi kullanılarak ilk sarkaçlı saat icat edilmiştir. Galileo'nun keşifleri sayesinde geliştirilen sarkaçlı saatler, uzun yıllar boyunca zamanı ölçen araçlar olarak kullanılmıştır.

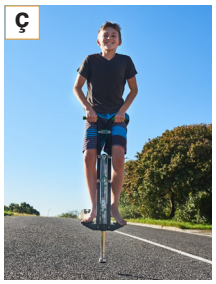
Galileo'nun bu keşfi, fiziğin temellerinden biri olan periyodik hareketlerin anlaşılmasında bir dönüm noktası olarak kabul edilir.

2. Verilen görselleri inceleyiniz ve aşağıdaki soruları sınıf arkadaşlarınızla tartışarak cevaplayınız.

a

b

c

ç 

- Görsellerdeki hareketlerin özellikleri nelerdir?
- Hangi görseller arasında hareket açısından benzerlikler vardır?
- Günlük hayattan görsellerdeki hareketlere benzeyen hangi örnekler verilebilir?

3. Öğretmeninizin rehberliğinde en az beş kişilik gruplar oluşturunuz. Oluşan grupların yarısını "Basit Sarkaç Grubu" diğer yarısını "Yay Sarkacı Grubu" olarak isimlendiriniz.

4. Öğretmeninizin sınıfa getirmiş olduğu araç gereçten "Basit Sarkaç Grubu"nda iseniz farklı uzunluktaki ip ve kütleleri, "Yay Sarkacı Grubu"nda iseniz farklı sertlikteki yay ve kütleleri alınız.

5. "Basit Sarkaç Grubu" olarak

- 50 cm uzunluğundaki ipin ucuna 100 g'lık kütleyi bağlayınız.
- İpi düşey doğrultuda sabit tutarak ipin dengeye gelmesini sağlayınız.
- İpin düşey doğrultu ile açısının 10°yi geçmemesine dikkat ederek kütleyi denge konumundan hafifçe yana doğru çekiniz.
- Kütleyi serbest bıraktığınız anda kronometreyi çalıştırarak kütlenin 10 tam titreşimi için geçen süreyi ölçünüz. (Kütlenin serbest bırakılmasıyla gidip tekrar bırakıldığı noktaya dönmesi tam bir titreşimdir.)
- Ölçtüğünüz süreyi 10'a bölerek periyot değerini Tablo 1'ye yazınız. Bu işlemi iki kez daha tekrarlayarak elde ettiğiniz sonuçların ortalamasını tabloya yazınız.
- İpe bağlı kütleyi 200 g'lık kütleyle değiştirerek aynı işlemi tekrarlayınız.
- Yukarıdaki işlemleri 100 cm uzunluğundaki ip için tekrarlayarak Tablo 1'i doldurunuz.

Tablo 1

İpin Uzunluğu (cm)	m_1 = 100 g İçin Periyot (s)			Ort.	m_2 = 200 g İçin Periyot (s)			Ort.
50								
100								

6. "Yay Sarkacı Grubu" olarak

- 1. Yayın ucuna 250 g'lık kütleyi asınız.
- Yayı düşey doğrultuda sabit tutarak yayın dengeye gelmesini sağlayınız.
- Kütleyi denge konumundan 5 cm aşağı yönde çekiniz.
- Kütleyi serbest bıraktığınız anda kronometreyi çalıştırarak kütlenin 10 tam titreşimi için geçen süreyi ölçünüz.
- Ölçtüğünüz süreyi 10'a bölerek periyot değerini tablo 2'ye yazınız. Bu işlemi iki kez daha tekrarlayarak elde ettiğiniz sonuçların ortalamasını tabloya yazınız.
- Yaya bağlı kütleyi 500 g'lık kütleyle değiştirerek aynı işlemi tekrarlayınız.
- Yukarıdaki işlemleri 2. Yay için tekrarlayarak tablo 2'yi doldurunuz. Grup arkadaşlarınızın cevaplarını kontrol ederek eksik olanları tamamlayınız ve birbirinize destek olunuz.

Tablo 2

Yaylar	Uzama Miktarı (cm)	m_1 = 250 g İçin Periyot (s)			Ort.	m_2 = 500 g İçin Periyot (s)			Ort.
1. Yay									
2. Yay									

7. "Yay Sarkacı Grubu"nda iseniz basit sarkaç, "Basit Sarkaç Grubu"nda iseniz yay sarkacı deneyini yapınız.

8. Grup arkadaşlarınız ile alternatif fikirler ortaya koyunuz ve yay sarkacı ile basit sarkacın periyodunu etkileyen özellikleri tahmin ederek yazınız.

9. İpin uzunluğunun ve kütlenin değişiminin basit sarkacın periyodu üzerindeki etkisini kısaca açıklayınız.

10. Yayın sertliğinin ve kütlenin değişiminin yay sarkacının periyodu üzerindeki etkisini kısaca açıklayınız. Periyodu etkileyen değişkenlere ilişkin çıkarımlarınızı grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde yazınız.

Değerlendirme

1. Basit sarkaç ve yay sarkacı ile ilgili yapmış olduğunuz deneylerden yola çıkarak periyodu etkileyen değişkenler ile periyot arasındaki ilişkiyi yorumlayarak periyodik hareketlerin yapısını değerlendiriniz.

2. Cisimler; şekline, yapıldığı maddenin cinsine, elastik yapısına ve kütlesine bağlı olarak dışarıdan herhangi bir etki olmadan salınım hareketi yapar. Cismin dış bir etki olmaksızın yapmış olduğu salınımın frekansına doğal **titreşim frekansı** denir. Sarkacın ip uzunluğu arttığında periyodu artar fakat frekansı azalır. Dolayısıyla sarkacın doğal titreşim frekansı da azalır.

Örneğin bir gitar teline vurulduğunda, tel belirli bir frekansta titreşir ve bu titreşim sesi oluşturur. Telin kalınlığı, uzunluğu ve gerginliği bu doğal titreşim frekansını belirler. Benzer şekilde köprüler ve binalar da belirli doğal titreşim frekanslarına sahiptir. Mühendisler, yapıları tasarlarken bu doğal titreşim frekanslarını dikkate alırlar.

Siz de doğal titreşim frekansına günlük hayattan örnekler veriniz.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU				
Öğrencinin		**Tarih:**		
Adı Soyadı				
Numarası				
Sınıfı				

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Size en yakın cevabı "X" ile işaretleyiniz.

Davranışlar	**Dereceler**		
	Çok (3)	**Biraz (2)**	**Az (1)**
1. Basit sarkaç deneyinin yapılış amacını anladım.			
2. Yay sarkacı deneyinin yapılış amacını anladım.			
3. Basit sarkacın periyodunun nelere bağlı olduğunu anladım.			
4. Yay sarkacının periyodunun nelere bağlı olduğunu anladım.			
5. Periyodik hareketlerin nasıl gerçekleştiğini anladım.			
6. Doğal titreşim frekansı kavramını anladım.			
7. Grup üyeleri ile dayanışma içinde çalıştım.			
8. Çalıştığım konuda grup üyeleri ile ortak bir görüş oluşturdum.			
TOPLAM PUAN			

Etkinlikte zorlandığım noktalar şunlardır: .....

.....

Etkinlikte iyi olduğum noktalar şunlardır: .....

.....

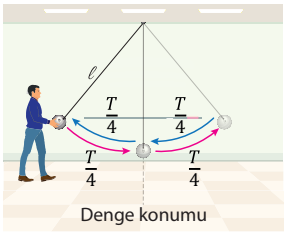
Bu etkinliği tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım: .....

.....

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Belirli zaman aralıklarında denge noktası etrafında tekrarlanan hareketlere **periyodik hareket** denir. Basit sarkaç ve yay sarkacı salınımları periyodik hareketlere örnektir. Her iki sistem de enerji kayıpları ihmal edildiğinde periyodik olarak hareketlerini tekrar eder. Bu durumda salınımlar düzenli bir şekilde devam eder ve periyot sabit kalır. Bu tür periyodik hareketler, doğada ve teknolojide birçok uygulama alanına sahiptir. Periyodik hareketlerin incelenmesi; mühendislikte, saat mekanizmalarının tasarımında, titreşimlerin analiz edilmesinde temel bir yere sahiptir.

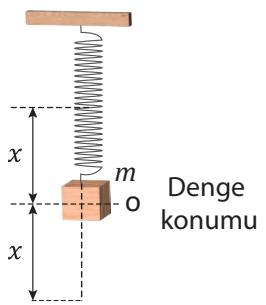
Basit Sarkaç



Görsel 4.8: *Basit sarkaç sistemi*

Basit sarkaç, Görsel 4.8'de gösterildiği gibi üst ucu sabit bir ip ile alt ucuna bağlı kütleden oluşan mekanik bir sistemdir. Kütle, denge noktasından yana doğru çekilerek serbest bırakıldığında yer çekiminin etkisiyle denge konumu etrafında salınım hareketi yapar. Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda kütle bırakıldığı noktadan denge noktasına geldiğinde çeyrek periyot ($T/4$), karşı tarafa ulaştığında yarım periyot ($T/2$) ve tekrar bırakıldığı noktaya döndüğünde bir tam periyotluk (T) süre geçmiş olur. Düşey doğrultu ile yaptığı açının 10°den küçük olması koşuluyla sarkacın hareketi periyodik hareket olarak adlandırılır. Bu sistemde periyot (T); sarkacın uzunluğunun (ℓ) karekökü ile doğru, yer çekimi ivmesinin (g) karekökü ile ters orantılıdır.

Sarkaçlı duvar saatlerindeki sarkacın salınımı bir periyodik harekettir. Bu hareket sırasında sarkaç bir uçtan diğer uca 1 s'de ($T/2$) ulaşır. Her 2 s'de (T) bir aynı hareket tekrarlanır. Bu sarkaçlara saniyeleri vuran sarkaç da denir.



Şekil 4.6: *Yay sarkacı*

Yay Sarkacı

Yay sarkacı, Şekil 4.6'daki gibi bir yay ve yaya bağlı kütleden oluşan mekanik bir sistemdir. Yaya bağlı kütle, denge noktasından x kadar uzaklaştırılarak serbest bırakıldığında denge noktası etrafında salınım hareketi yapar. Sürtünmesiz bir ortamda yay sarkacının periyodu (T); kütlenin (m) karekökü ile doğru, yay sabitinin (k) karekökü ile ters orantılıdır. Periyot yer çekimi ivmesine bağlı değildir. Yay sabiti değişmediği sürece yayın frekansı değişmez ve hareketi periyodiktir.

Örnek

Saniyeleri vuran sarkacın uç kısmında asılı olan dairesel diskin kütlesi 250 g ve diski saat mekanizmasına bağlayan çubuğun uzunluğu 1,1 m'dir. Bu sarkaç sisteminin her bir tam salınımı, saatin 2 s ilerlemesini sağlamaktadır.

Buna göre

a) Sarkacın ucuna bağlı diskin kütlesi artırılırsa saat zamanı doğru şekilde ölçebilir mi? Açıklayınız.

b) Diski saat mekanizmasına bağlayan çubuğun uzunluğu azaltılırsa saat zamanı doğru şekilde ölçebilir mi? Açıklayınız.

Çözüm

a) Periyot, sarkacın ucundaki cismin kütlesinde bağlı olmadığından değişmez. Salınım yine 2 s'de tamamlanacağı için saat doğru şekilde çalışmaya devam eder.

b) Sarkaç için kullanılan çubuğun boyu değiştirildiğinde sarkacın periyodu da değişir. Çubuğun boyu kısaldığından sarkacın periyodu azalır. Dolayısıyla sarkaç, bir tam turu 2 s'den daha kısa sürede tamamlar ve saat normal zamana göre daha hızlı ilerler. Dolayısıyla saat doğru şekilde çalışmaz.

4.7. Soru

Bir piyanist, resitalde piyanoyu çalarken eserin temposunu korumak için metronom kullanmaktadır. Metronom, bir sarkacın hareketine benzer salınımlar yapmaktadır. Metronomun koluna bağlı olan kütle, kolun denge konumunun iki yanında ileri geri hareket eder. Metronomun salınım sürati (tempo), koldaki kütlenin yukarıya veya aşağıya hareket ettirilmesiyle ayarlanabilir. Kütle yukarıya doğru hareket ettirildikçe kolun periyodu artar ve salınımın sürati azalır, aşağıya indirildikçe kolun periyodu azalır ve salınımın sürati artar.

Öğretmen, öğrencilerden metronomun ritmine benzer periyotlar elde etmek için yay ve kütle kullanarak bir etkinlik tasarlamalarını istemektedir. Etkinlikte kullanılacak yayların sertliği ve kütlelerin değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

		Yayın Sertliği
Yaylar	1. Yay	Çok sert
	2. Yay	Orta sert
	3. Yay	Yumuşak

		Kütle
Kütleler	1. Kütle	Büyük
	2. Kütle	Orta
	3. Kütle	Küçük

Buna göre

a) Metronomdaki hızlı ritme uygun sistem hangi yay ve kütle kullanılarak oluşturulur?

b) Metronomdaki yavaş ritme uygun sistem hangi yay ve kütle kullanılarak oluşturulur?

c) 1. yay ve 2. kütle kullanılarak oluşturulacak düzeneğin periyoduna eşit periyoda sahip ikinci bir düzenek kurulmak istenmesi durumunda hangi yay ve kütle kullanılmalıdır?

Cevap

4.8. Soru

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda farklı uzunluktaki ipler ve farklı kütlelerdeki cisimler kullanılarak basit sarkaç düzenekleri kurulmuştur. Hazırlanan düzeneklerin periyotları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

İpin Uzunluğu (cm)	Cismin Kütlesi (g)	Periyot (s)
10	100	0,6
20	100	0,85
30	100	1,04
40	100	1,2
50	100	1,34

İpin Uzunluğu (cm)	Cismin Kütlesi (g)	Periyot (s)
40	50	1,2
40	100	1,2
40	150	1,2
40	200	1,2
40	250	1,2

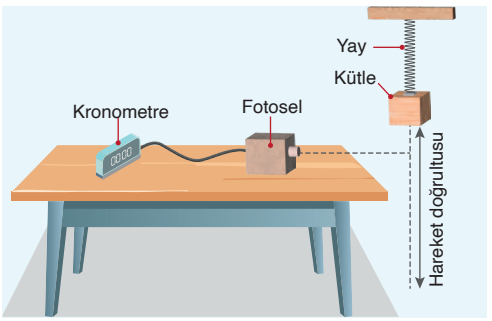
Tablolardaki verilere göre

a) Basit sarkaçta ipin uzunluğu ve periyot arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

b) Sarkacın ucuna bağlanmış olan cismin kütlesinin periyoda etkisini açıklayınız.

Cevap

4.9. Soru



Şekildeki düzenekte yay sarkacı, kronometrenin saniye değerini belirlemek için kullanılmıştır. Yay sarkacının ucundaki kütlenin fotoselin önünden geçişi 1 saniye sürmektedir.

Tamamlanma süresi 5 dk. olan bir video oynatılmaya başlandığında yaylı sarkacın bağlı olduğu kronometre mekanizması da çalıştırılmaktadır. Video bittiği anda kronometre 4 dk. 20 s değerini göstermektedir.

Buna göre videonun tamamlanma süresi ve kronometrenin ölçtüğü zaman değerlerinin birbirine eşit olması için nasıl çözümler üretilebilir? Açıklayınız.

Cevap

4.10. Soru

Ali Bey, oğlu Ahmet ve kızı Ayşe'yi parka götürür. Ali Bey, görseldeki gibi farklı ip uzunluklarına sahip salıncaklardan uzun ipli olana 35 kg kütleli Ahmet'i ve kısa ipli olana 25 kg kütleli Ayşe'yi oturtarak sallar. Ayşe sallanma sırasında süratinin yüksek olduğunu babasına söyler.

Buna göre

a) Ayşe'nin süratinin yüksek olması fizik bilimine ait hangi kavramla ilişkilidir? Kısaca açıklayınız.

b) Ali Bey, Ayşe'nin söylemi üzerine Ahmet ve Ayşe'nin yerlerini değiştirerek yeniden sallamaya başlar. Bu durumda çocukların periyotları ilk duruma göre nasıl değişir? Kısaca açıklayınız.

Cevap

4.11. Soru

Yay sarkacı ve basit sarkaç için verilen genellemelerde boş bırakılan yerleri aşağıda verilen sözcüklerden uygun olanı ile tamamlayınız.

frekans	kütle	periyot	ip uzunluğu	genlik	yay sertliği	uzanım

1. Basit sarkacın periyodu, ... ve yer çekimine bağlıdır.
2. Yay sarkacının periyodu, kütle ve ..... değerlerine bağlıdır.
3. Basit sarkaçta ipin uzunluğu arttıkça ..... artar.
4. Basit sarkaçta ..... değişimi periyodu etkilemez.
5. Yay sarkacı ve basit sarkaçta periyot artarsa ..... azalır.

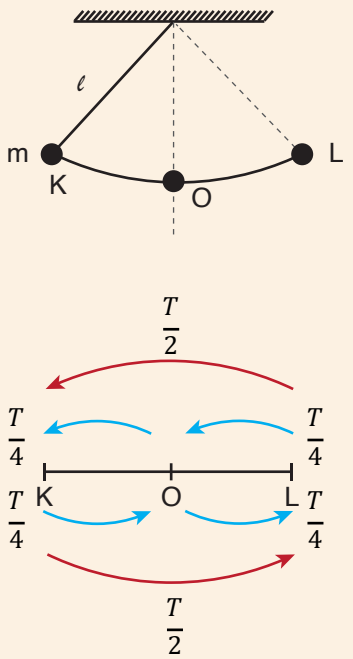
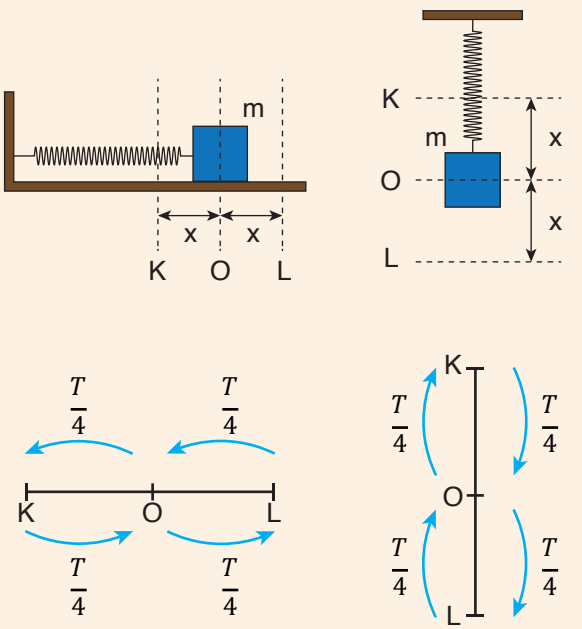
4.12. Soru

Aşağıdaki tabloda periyodik hareketlerle ilgili bazı ifadeler ve terimler verilmiştir.

Terimlerin başındaki harfleri ifadelerin başındaki yay ayracın içine yazarak terimler ile ifadeleri uygun şekilde eşleştiriniz.

İfadeler	Terimler
I. (……) Basit sarkacın periyodunun bağlı olduğu değişkendir.	(a) İpin uzunluğu
II. (……) Denge noktası etrafında titreşim hareketi yapar.	(b) Doğal titreşim frekansı
III. (……) Yay sarkacında periyodu etkilemeyen büyüklüktür.	(c) Basit sarkaç
IV. (……) Denge noktası etrafında düzenli olarak tekrarlanan harekettir.	(ç) Frekans
V. (……) Cisimlerin dışarıdan etki olmaksızın yaptıkları salınımın frekansıdır.	(d) Periyodik hareket
	(e) Genlik

Kontrol Noktası

Basit Sarkaç	Yay Sarkacı
	
Cismin periyodu (T) sarkacın uzunluğunun (ℓ) karekökü ile doğru, yer çekimi ivmesinin büyüklüğünün (g) karekökü ile ters orantılıdır.	Cismin periyodu (T) yayın ucuna bağlı kütlenin (m) karekökü ile doğru, yayın yay sabitinin (k) karekökü ile ters orantılıdır.
Basit sarkacın periyodu, ipin ucuna asılan kütlelerin büyüklüğüne bağlı değildir.	Yay sarkacının periyodu, cisme etki eden çekim ivmesine bağlı değildir.

4.5. SU DALGALARINDA YANSIMA VE KIRILMA

Konuya Başlarken

Kıyıdaki yapıları, tekneleri ve yerleşim alanlarını dalgaların yıpratıcı etkisinden korumak amacıyla yapılan uzun setlere dalgakıran adı verilir. Dalgakıranlarda su dalgalarının katı bir yüzeye çarptığında yansıma özelliğinden yararlanılır. Dalgakırana çarpan su dalgalarının yönü değişir ve enerjisi büyük oranda azalır. Böylece su dalgalarının sahilde yapacağı aşınma veya kıyıda demirlemiş deniz araçlarının (kayık, gemi vs.) dalgalardan zarar görmesi önlenmiş olur.

Dalgakıran

Dalgakıranların su içindeki konumunun belirlenmesinde neler etkili olabilir?

Dalgakıranların her kıyı şeridinde olmayışının nedeni ne olabilir?

4.5. Etkinlik

Adı	SU DALGALARINDA YANSIMA VE KIRILMA
Amaç	Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlarda yansıma ve kırılma olaylarını inceleyebilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

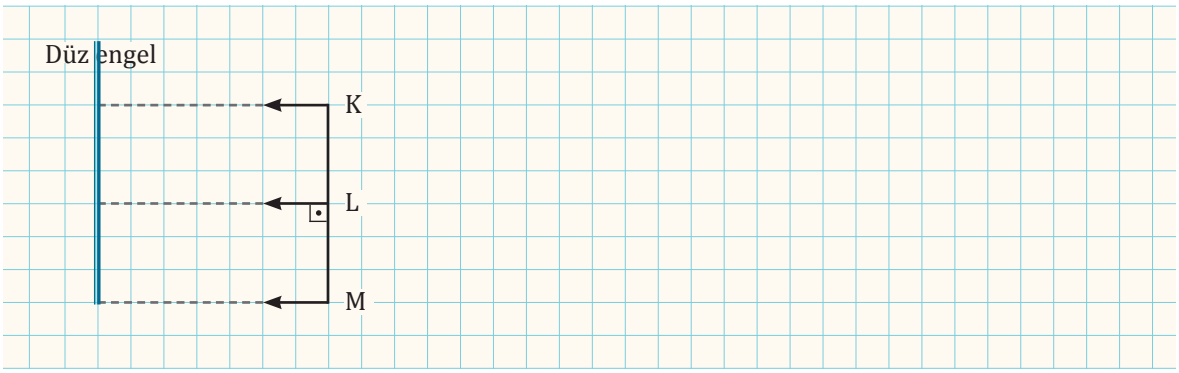
1. Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlarda yansıma ve kırılma olayları sırasındaki yayılma doğrultusunun, yönünün ve süratinin değişimine ilişkin tahminlerinizi yazınız.

2. Su dalgalarına ilişkin yapmış olduğunuz tahminler ile ses ve yay dalgalarının yayılma süratinin ortama bağlılığı arasında ilişki kurunuz. Günlük hayattan su dalgalarının hareketine ilişkin örnekler veriniz.

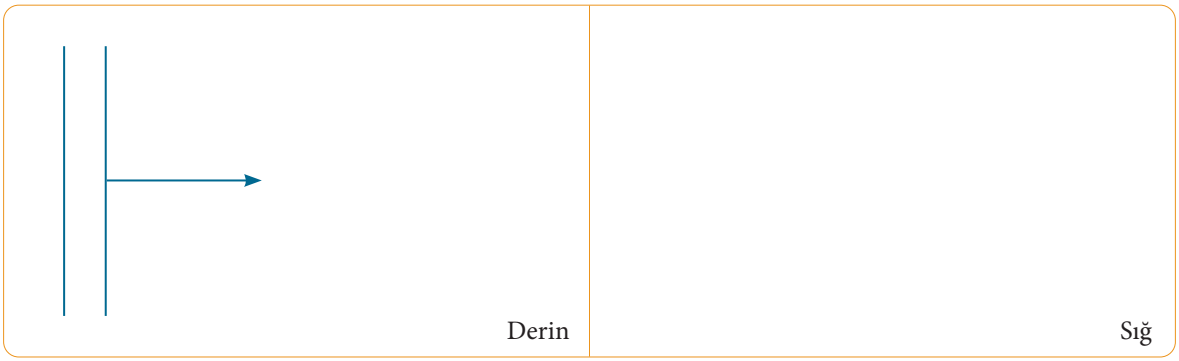
3. Karekodda bulunan üç farklı animasyonu izleyerek farklı derinlikteki ortamlarda su dalgalarının yansıma ve kırılma davranışlarını inceleyiniz.

4. Gözlemlerinize dayanarak tahminlerinizi doğrulamak veya çürütmek amacıyla su dalgalarının yansıma ve kırılmasına yönelik kurduğunuz neden sonuç ilişkilerini yazınız.

5. Öğretmeninizin "Doğrusal su dalgalarında yansıma ve kırılma" konusu hakkında yaptığı açıklamalardan ve izlediğiniz animasyondan yararlanarak doğrusal su dalgalarında yansıma ve kırılma" konusu hakkında yaptığı açıklamalardan ve izlediğiniz animasyondan yararlanarak izlediğiniz animasyona göre doğrusal su dalgasının düz engelden yansımasını şekil üzerine çizerek gösteriniz.



6. İzlediğiniz animasyona göre farklı bir derinliğe geçen su dalgasının kırılma doğrultusunu şekil üzerine çizerek gösteriniz.



7. Doğrusal su dalgalarının doğrusal engele gelme açısı ile engelden yansıma açısı arasındaki ilişkiyi arkadaşlarınızla tartışarak aşağıya yazınız.

8. Farklı derinlikteki ortamlarda doğrusal su dalgalarının yansıma ve kırılma olayları ile ilgili gözlem yaparak yansıyan ve kırılan dalgaları çiziniz.

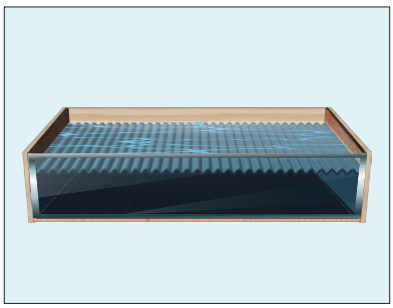
9. Yaptığınız gözlemlerden ve kurduğunuz ilişkilerden yararlanarak derinliğin su dalgalarının yayılma doğrultusuna, yönüne ve süratine etkisi üzerine genelleme yapınız.

Değerlendirme

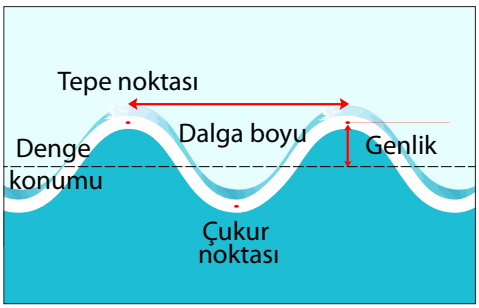
Dalgaların farklı ortamlarda yayılırken yön değiştirmesi (kırılması) ile ses dalgalarının havadan suya geçerken hız değiştirmesi arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

Doğrusal Su Dalgaları

Derinliği sabit bir dalga leğeninde oluşmuş doğrusal su dalgaları Görsel 4.9'da gösterilmektedir. Bir cetvel, leğenin bir kenarına paralel şekilde tutulur ve periyodik olarak suya batırılıp çıkarılırsa su yüzeyindeki her noktada eş zamanlı ve aynı yönde hareket eden dalgalar meydana gelir. Oluşan bu periyodik dalgalara **doğrusal su dalgaları** denir. Doğrusal su dalgalarının bir bölümü modellenerek yandan görünüşü ile dalganın tepe noktası, çukur noktası, genliği ve dalga boyu Şekil 4.7'de gösterilmektedir.



Görsel 4.9: *Doğrusal su dalgaları*

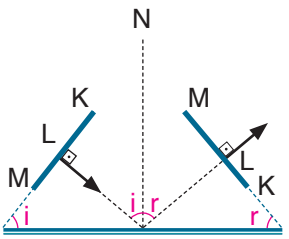


Şekil 4.7: *Doğrusal su dalgasının yandan şematik gösterimi*

Doğrusal Su Dalgalarında Yansıma

Dalgaların bir engele çarparak aynı ortama dönmesine **yansıma** denir. Sabit derinliğe sahip bir dalga leğeninde gerçekleşen yansıma olayında dalganın frekansı, hızı ve dalga boyu değişmez fakat dalganın yönü değişir. Dalganın frekansı, kaynağın frekansına bağlıdır.

Yansıma Yasaları

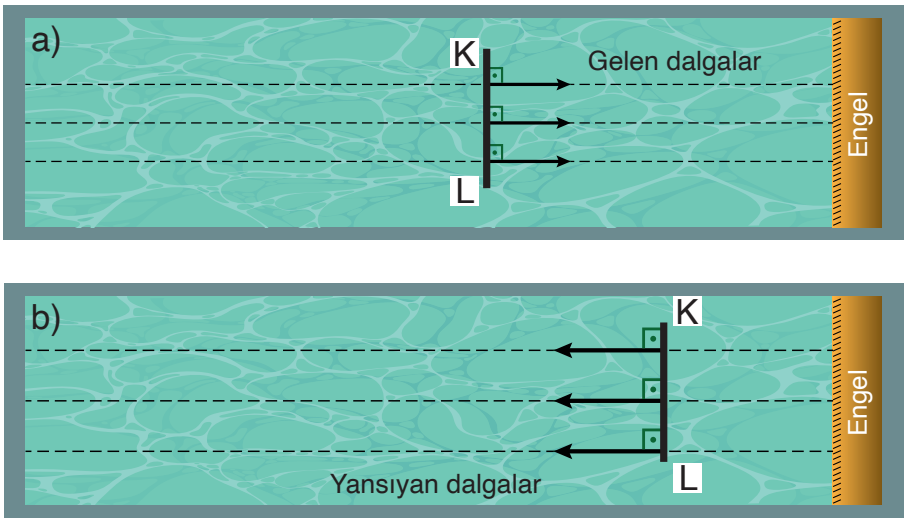


Şekil 4.8: *Engele i açısıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması*

Gelen dalgaların ilerleme doğrultusunun engel ile birleştiği noktada yüzeye dik olarak çizilen doğruya **yüzey normali (N)** denir. Gelen dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açıya **gelme açısı** (i), yansıyan dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açıya ise **yansıma açısı** (r) denir. Gelen ve yansıyan dalgaların yüzey normali ile yaptığı açılar birbirine eşittir (i = r). Gelen dalga, yansıyan dalga ve yüzeyin normali aynı düzlemdedir.

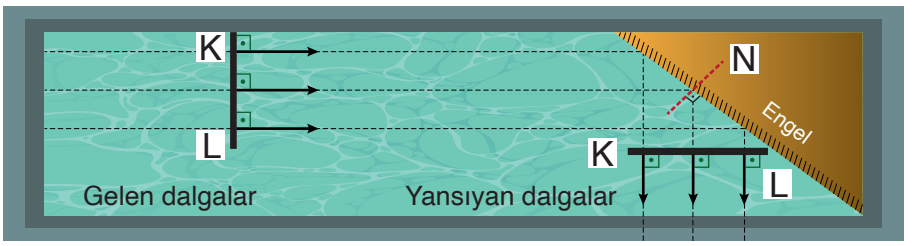
Dalganın hareket doğrultusunun engel ile yaptığı açı, gelme açısına (i); yansıyan dalganın hareket doğrultusunun engel ile yaptığı açı, yansıma açısına (r) eşittir. Şekil 4.8'de KLM doğrusal su dalgasının yansıma olayında oluşan gelme ve yansıma açıları ile yüzey normali gösterilmektedir. Doğrusal su dalgasının önce M noktası, sonra sırayla L ve K noktaları engele çarpar. Bu süreçte dalganın her bir noktası engelden farklı zamanlarda yansır.

Şekil 4.9.a'daki gibi düz engele paralel gelen doğrusal su dalgaları engele çarptıktan sonra Şekil 4.9.b'deki gibi engele yine paralel olarak yansır.



Şekil 4.9: *Doğrusal su dalgasının düz engelden yansıması*

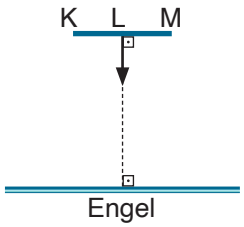
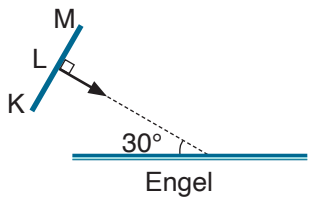
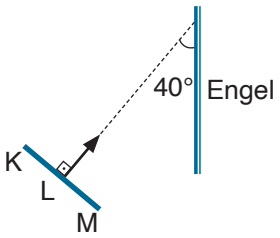
Şekil 4.10'da derinliği sabit dalga leğeninde düz bir engele belli bir açıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması gösterilmiştir.



Şekil 4.10: *Doğrusal bir engele belli bir açıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması*

Örnek

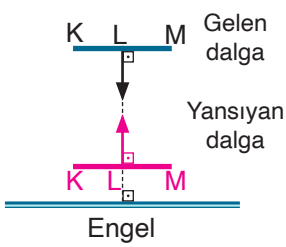
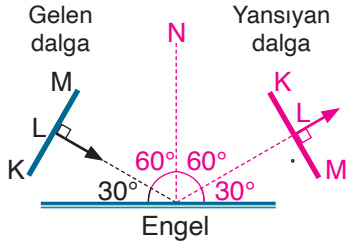
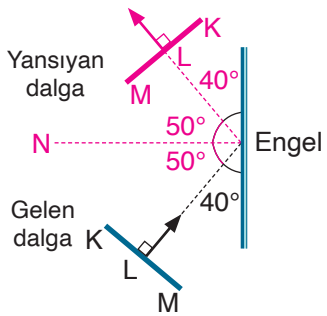
Aşağıdaki şekillerde düz bir engele farklı doğrultularda gönderilen KLM doğrusal su dalgası modellenmiştir.

		
Gelme açısı:	Gelme açısı:	Gelme açısı:
Yansıma açısı:	Yansıma açısı:	Yansıma açısı:

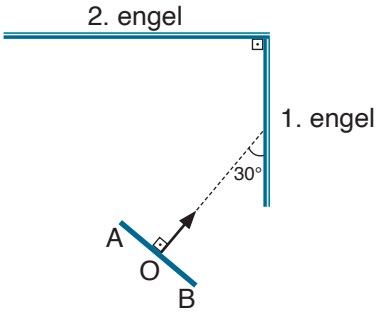
Doğrusal su dalgalarının engelden yansımasını şekil üzerine çizerek gösteriniz. Şekillerin altlarında bırakılan alana su dalgalarının engele gelme ve engelden yansıma açılarını yazınız.

Çözüm

Gelen doğrusal su dalgalarının düz engelden yansıması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

		
Düz engele paralel olarak gelen su dalgası, düz engelden yine paralel olacak şekilde yansır. Düz engele paralel gelen doğrusal su dalgasının gelme açısı 0° olduğundan dalga kendi üzerinden yansır.	Yüzey ile yüzey normali arasındaki açı 90°dir. Su dalgası yüzey ile 30°lik açı yapacak şekilde geldiğine göre gelme açısı, 90° – 30° = 60° olarak bulunur. Şekildeki gibi düz engele gelen su dalgası engele çarptıktan sonra gelme açısına eşit 60°lik açı ile yansır.	Şekildeki gibi düz engele yüzey normali ile 50°lik açı yapacak şekilde gelen su dalgası düz engelden yüzey normali ile 50°lik açı yapacak şekilde yansır.
Gelme açısı: 0°	Gelme açısı: 60°	Gelme açısı: 50°
Yansıma açısı: 0°	Yansıma açısı: 60°	Yansıma açısı: 50°

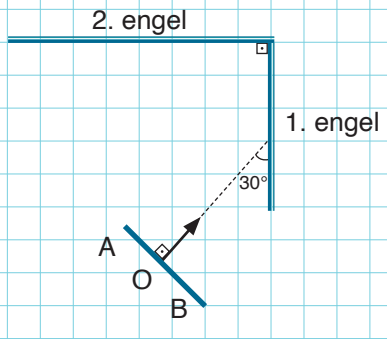
4.13. Soru



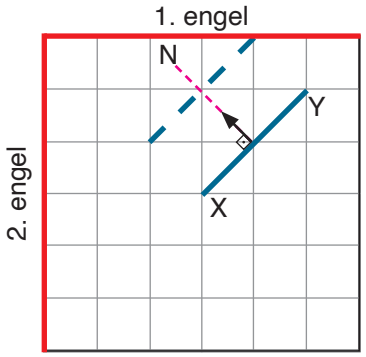
1. engele şekildeki gibi gönderilen AOB doğrusal su dalgası 2. engele çarpıp yansımaktadır.

Buna göre dalganın 2. engeldeki yansıma açışı kaç derece olur?

Cevap



4.14. Soru



Derinliği her yerinde aynı olan bir ortamda XY doğrusal su dalgası t sürede kesikli çizgilerle gösterilen konuma gelmektedir. Su dalgası önce 1. engele daha sonra 2. engele çarparak ilerlemektedir.

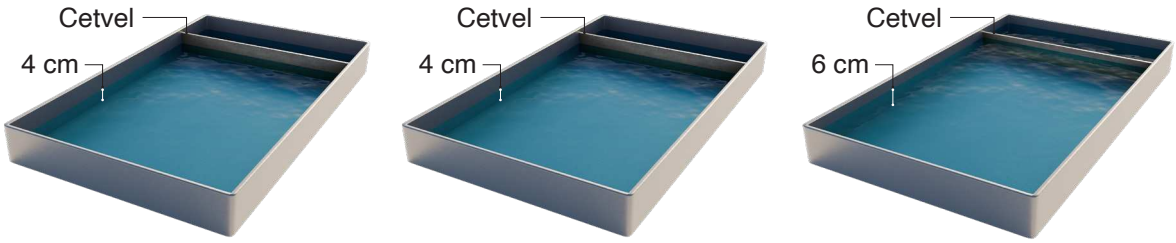
Buna göre 6t süre sonra su dalgasının konumunu şekil üzerine çizerek gösteriniz.

(Düzlem eşit olarak bölmelendirilmiştir.)

Cevap

4.15. Soru

Fizik öğretmeni öğrencilerinin deney yapma becerisi kazanmaları için su dalgaları ile ilgili bir deney hazırlamalarını, deneyi uygulamalarını ve deney sonuçlarını değerlendirmelerini istemektedir. Öğrenciler üç gruba ayrılarak su dalgalarının yayılma süratlerinin bağlı olduğu değişkenleri araştırmak için sınıfta bir deney düzeneği hazırlar.



1. dalga leğeni | 2. dalga leğeni | 3. dalga leğeni

Bir ve ikinci gruplar, özdeş dalga leğenlerine 4 cm yüksekliğinde eşit miktarda su doldururken üçüncü grup 6 cm yüksekliğinde su doldurur. Birinci gruptaki öğrenciler bir cetveli ikişer saniye aralıklarla dört kez, iki ve üçüncü gruptaki öğrenciler ise birer saniye aralıklarla sekiz kez suya batırıp çıkararak dalgalar oluşturur.

Gruptaki diğer öğrenciler ise cetvelle oluşturulan ilk doğrusal dalga, dalga leğenin en uzak ucuna ulaştığında süreyi başlatır ve son dalga, dalga leğeninin en uzak ucuna ulaştığında durdurur.

Yapılan ölçümlerde bir ve ikinci grupların sürelerinin oldukça yakın olduğu belirlenirken üçüncü grubun süresinin onlardan daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen, öğrencilerin deneyden elde ettikleri sonuçları yorumlamalarını istediğinde öğrenciler şu yorumları yapmıştır:

Onur: Bir ve ikinci grubun oluşturduğu düzeneğe göre dalga sayısı, dalga süratini değiştirmez.

Elis: İki ve üçüncü düzeneğe göre derinlik arttıkça dalganın yayılma sürati artar.

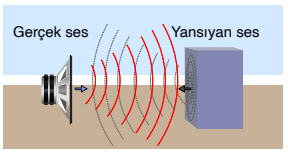
Ecem: Dalgaların yayılma sürati yalnız ortamın özelliklerine bağlıdır.

Buna göre

a) Yorum yapan öğrencilerden hangileri deneyi eksiksiz yaparak deneyin sonucunu doğru yorumlamıştır? Açıklayınız.

b) 1 ve 3. dalga leğeninde oluşturulan dalgaların yayılma sürelerinin eşit olması için yapılması gereken nedir?

Cevap



Görsel 4.10: *Yankı oluşumunun gösterimi*

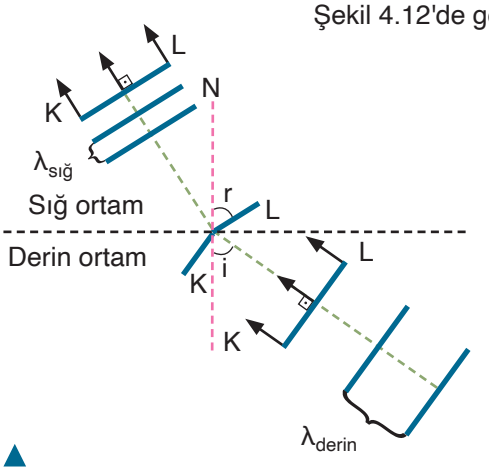
Su dalgalarındaki yansıma olayına benzer olarak ses dalgalarında da yansıma olayı gerçekleşir. Ses dalgalarının belirli bir mesafedeki sert ve düzgün yüzeylere çarpıp yansıması ile oluşan ikinci sese **yankı** adı verilir. Yankı genellikle geniş ve boş alanlarda ya da dağlık bölgelerde meydana gelir. Örneğin dağlık bir alanda bağırıldığında birkaç saniye sonra aynı ses tekrar duyulur. Bu durum sesin dağ yüzeyine çarpıp geri dönmesiyle oluşur. Yankının net bir şekilde algılanabilmesi için sesin kaynağı ile engel arasında en az 17 m mesafe bulunmalıdır. Görsel 4.10'da ses dalgasının yankı oluşturmasının temsilî gösterimi verilmektedir.

Günlük hayatta yankı, denizaltı ve gemilerde denizin altındaki uzaklıkların hesaplanmasında ve ultrason cihazlarıyla vücudun iç yapısının incelenmesinde kullanılmaktadır.

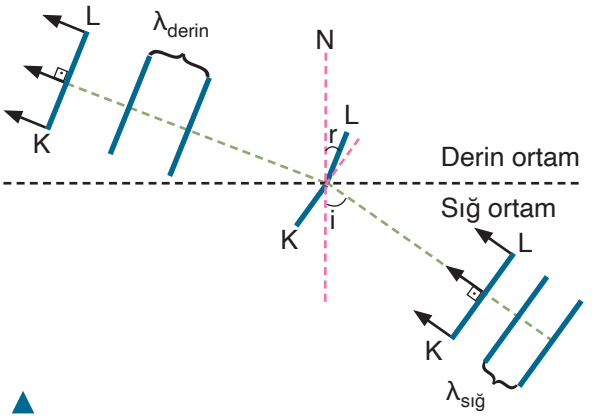
Doğrusal Su Dalgalarında Kırılma

Derinlikleri farklı olan bir ortamdan diğerine geçen su dalgalarının yön değiştirmesine **dalgaların kırılması** denir. Su dalgalarının kırılması olayında iki ortamı ayıran yüzeye **ayırıcı yüzey** adı verilir. Gelen dalga, kırılan dalga ve yüzeyin normali aynı düzlemdedir.

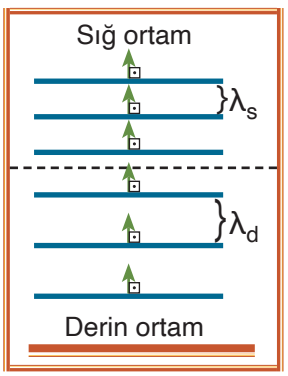
Derinlikleri farklı ortamlardan geçen su dalgalarının kırılma olayı Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11: *Derin ortamdan sığ ortama geçen doğrusal su dalgalarının gösterimi*



Şekil 4.13: *Sığ ortamdan derin ortama geçen doğrusal su dalgalarının gösterimi*



Şekil 4.12: *Ayırıcı yüzeye paralel gelen su dalgalarının kırılması*

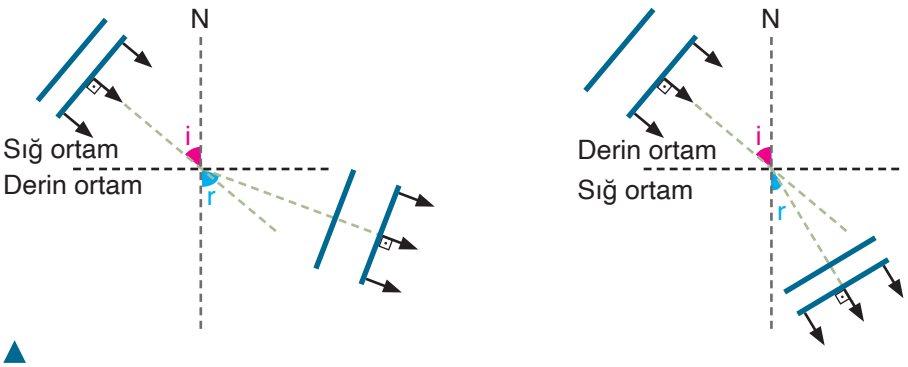
Farklı derinlikteki bir ortama geçen dalgaların yayılma sürati değişikliğe uğrar. Sürat değişimi, dalgalar ayırıcı yüzeye 90° açı ile gelmiyorsa dalgaların yön değiştirmesine (kırılmasına) neden olur. Kırılma olayında dalga boyu ve dalganın yönü değişir ancak frekansı değişmez.

Su dalgaları derin ortamdan sığ ortama geçerken yavaşlar. Bu durumda dalga boyu kısalır ($\lambda_s < \lambda_d$) ve su dalgaları yüzey normaline yaklaşarak kırılır. Sığ ortamdan derin ortama geçen su dalgalarının ise sürati artar. Böylece dalga boyu uzar ve su dalgaları yüzey normalinden uzaklaşarak kırılır.

Şekil 4.13'te ayırıcı yüzeye paralel gelen doğrusal su dalgalarının derin ortamdan sığ ortama geçişi gösterilmektedir. Ayırıcı yüzeyden paralel olarak geçen su dalgalarının dalga boyu ve sürati değişir fakat yayılma doğrultusu değişmez.

Kırılma Yasaları

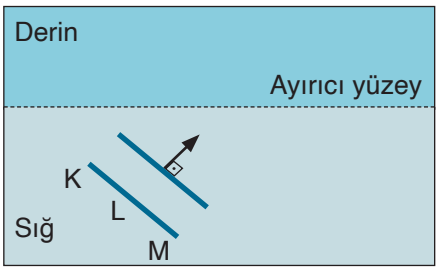
Gelen dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açıya **gelme açısı (i)**, kırılan dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açıya ise **kırılma açısı (r)** denir. Şekil 4.14'te doğrusal su dalgasının kırılması gösterilmektedir.



Şekil 4.14: *Kırılan bir dalgada gelme ve kırılma açısının gösterimi*

Gelen dalga, sığ ortamdan derin ortama geçerken dalganın ilerleme doğrultusu normalden uzaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu artar. Gelen dalga, derin ortamdan sığ ortama geçerken dalganın ilerleme doğrultusu normale yaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu azalır.

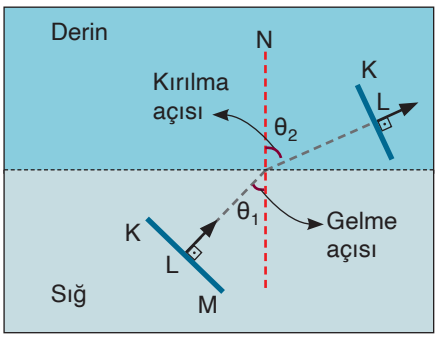
Örnek



Şekilde laboratuvarda su dalgalarının kırılmasını gözlemlemek için kullanılan bir dalga leğeninin üstten görünüşü verilmiştir. Dalga leğeninin iç kısmına bir cam parçası konarak farklı derinlikler elde edilmiştir.

Buna göre sığ ortamda şekildeki gibi oluşturulan KLM doğrusal su dalgasının derin ortama geçtikten sonra meydana gelen ilerleme şeklini çiziniz.

Çözüm

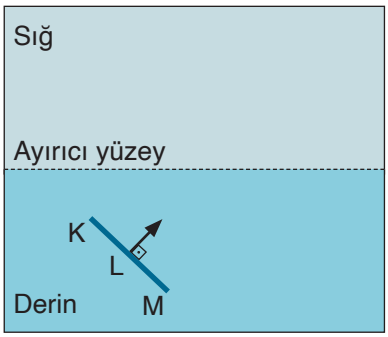


θ_1: Gelme açısı θ_2: Kırılma açısı

$\theta_1 < \theta_2$

Sığ ortamdan derin ortama geçen su dalgalarının yayılma sürati ve dalga boyu artar. Dalgalar, bu geçiş sırasında yüzey normalinden uzaklaşarak kırılır. Dolayısıyla dalganın kırılma açısı artar ve derin ortamdaki yayılma doğrultusu şekildeki gibi olur. Dalganın K ucu, ayırıcı yüzeye L ve M noktalarından daha yakın olduğu için derin ortama ilk olarak girer ve diğer noktalara göre daha süratli yayılır. Bu nedenle derin ortamda K ucu, L ve M noktalarına göre ayırıcı yüzeyden daha uzak olur. Daha sonra sırasıyla L ve M noktaları derin ortama girerek süratlenir ve su dalgasının kırılması şekildeki gibi olur.

4.16. Soru

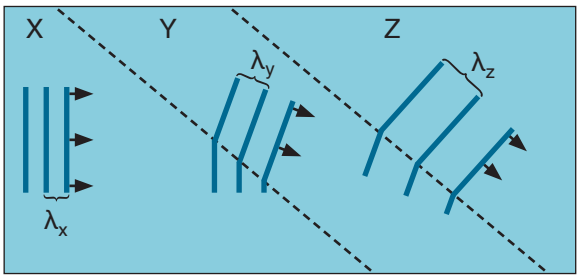


Deniz kenarında oturan Zeynep, bir su dalgasının belli bir yerden sonra süratinin azalarak yön değiştirdiğini fark etmektedir.

Gelen su dalgasının temsilî görüntüsü şekildeki gibi olduğuna göre derin ortamdan sığ ortama geçen KLM doğrusal su dalgasının ilerleme şeklini çiziniz.

Cevap

4.17. Soru

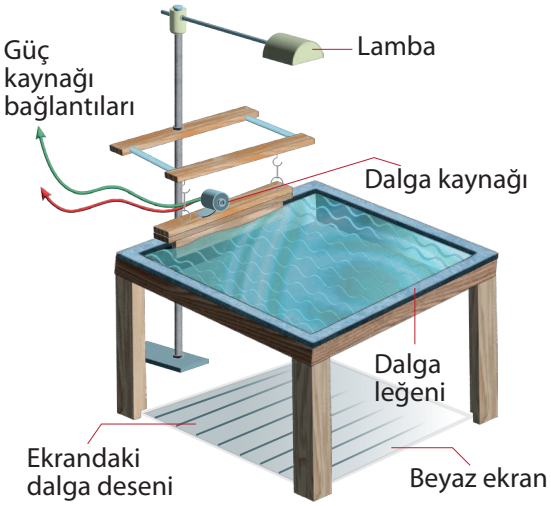


Derinlikleri farklı olan X, Y ve Z ortamlarındaki su dalgalarının dalga boyları sırasıyla λ_x, λ_y ve λ_z olarak verilmiştir.

Farklı ortamlardaki dalgaların ilerleme doğrultuları şekildeki gibi olduğuna göre X, Y ve Z ortamlarının h_x, h_y ve h_z derinlikleri arasındaki ilişkiyi büyükten küçüğe doğru sıralayarak yazınız.

Cevap

4.18. Soru



Su dalgaları ile ilgili özellikleri laboratuvar koşullarında incelenebilmesi için şekildeki gibi bir dalga leğeni takımı kullanılır. Dalga leğeni, cam tabandan oluşan ve içinde su bulunan bir kaptır. Bu kabın kenarında yer alan motora bağlı titreştirici tarafından doğrusal su dalgaları üretilebilmektedir.

Su yüzeyinde oluşan dalgalara gelen paralel ışınlar, cam tabanın altında bulunan beyaz ekranda şekildeki gibi dalga deseni oluşturur. Dalga leğeni üstten paralel ışın demetiyle aydınlatıldığında dalga tepelerinin altında aydınlık, dalga çukurlarının altında karanlık bölgeler oluşur. Dalga leğeninin altında bulunan beyaz ekran üzerinde birbirini takip eden aydınlık ve karanlık bölgeler görünür.

Buna göre

a) Su dalgalarının beyaz ekranda oluşan görüntüsünün üstten ve yandan görünümünü çiziniz. Su dalgalarının dalga boylarını çizdiğiniz şekil üzerinde gösteriniz.

b) Dalga leğeninin tabanına ilk yarısına kadar belirli bir kalınlıkta cam bir levha yerleştirilmesi durumunda oluşabilecek dalga şeklinin görünümünü çiziniz.

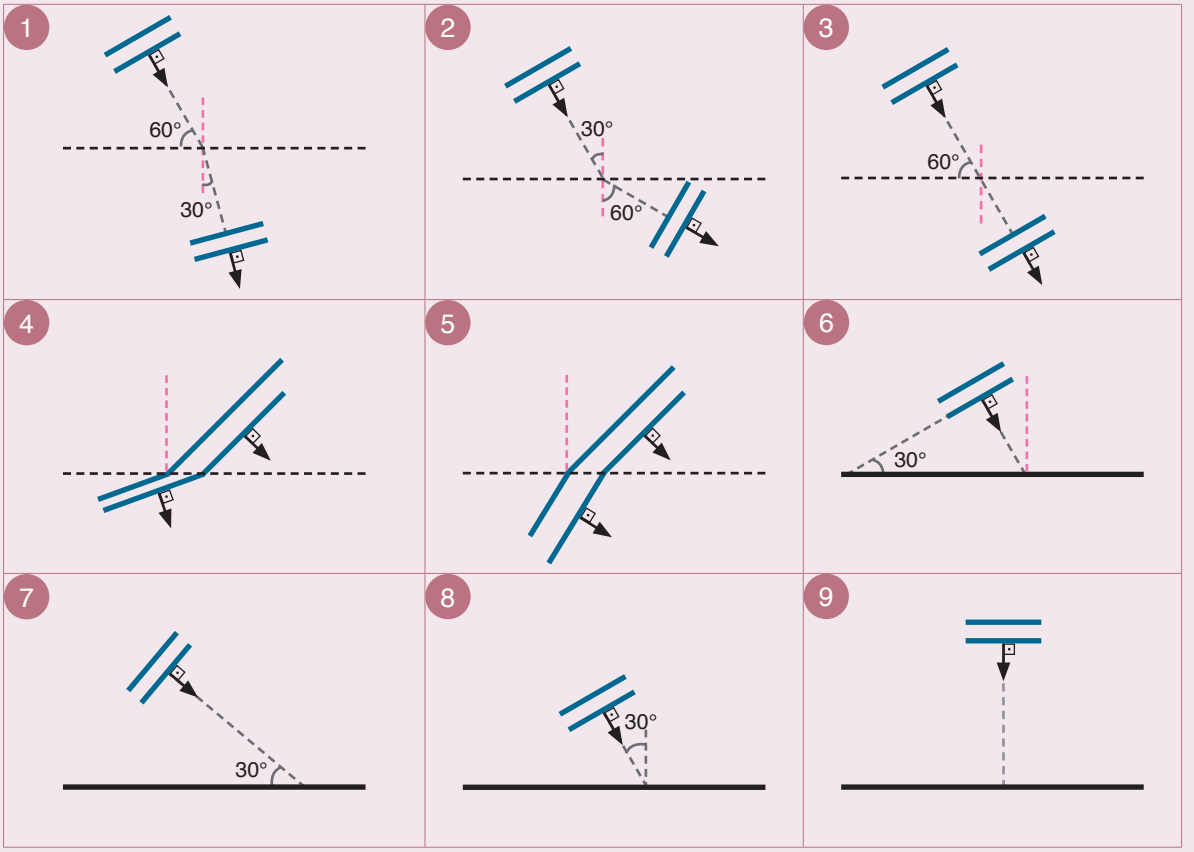
c) Derinliğe bağlı olarak dalgaların frekanslarını ve süratlerini karşılaştırınız.

Cevap

Çalışma Yaprağı

Aşağıdaki soruların cevaplarını verilen alana yazınız.

1. Aşağıda su dalgalarının kırılması ve yansıması ile ilgili görseller verilmiştir. Soruları tabloya göre cevaplayınız.



Kaç numaralı kutu veya kutularda

a) Dalganın gelme açısı 30°dir?

b) Dalganın kırılma açısı 60°dir?

c) Kırılan dalganın yayılma sürati artmıştır?

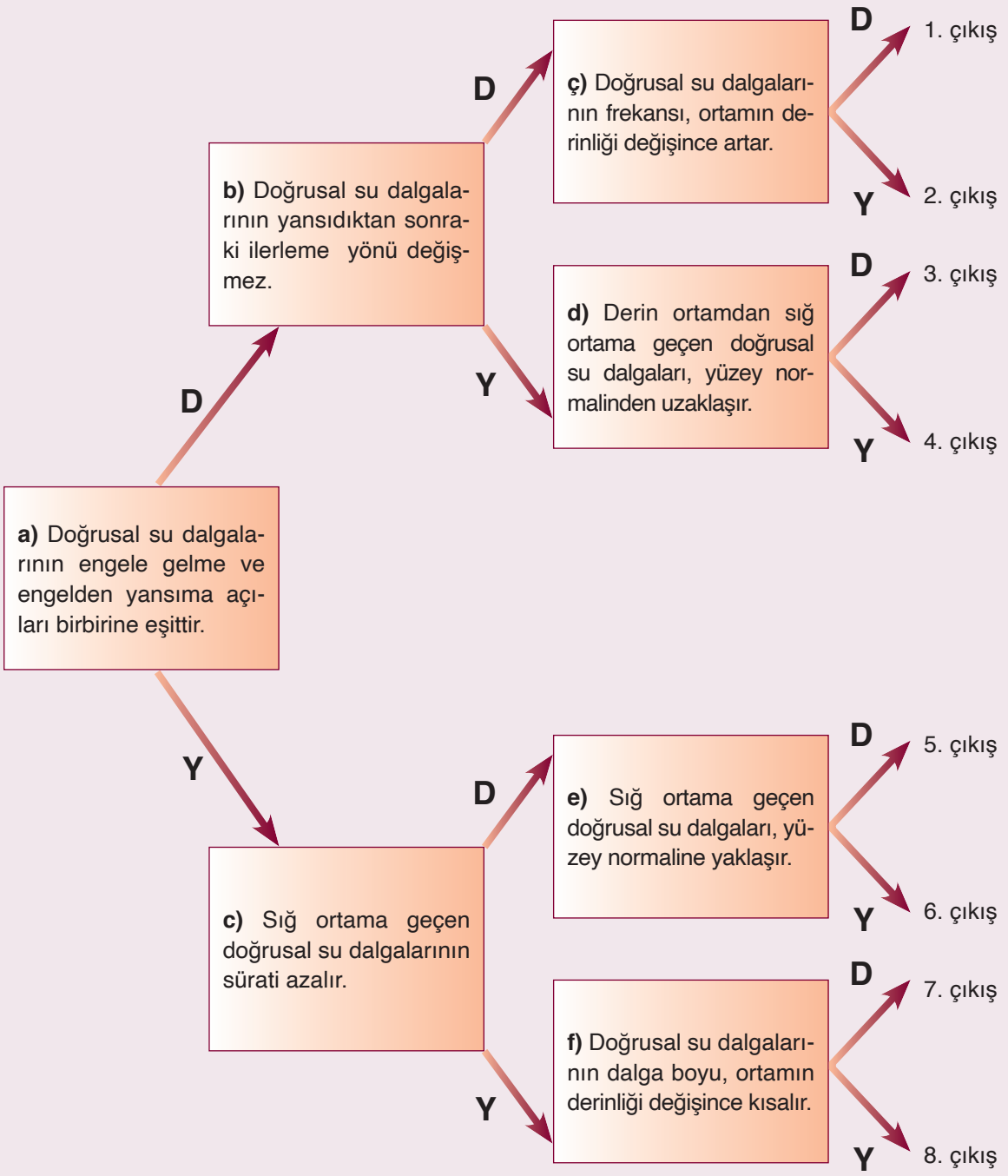
ç) Su dalgasının frekansı değişmemiştir?

d) Doğrusal su dalgaları sığ ortamdan derin ortama geçmiştir?

e) Doğrusal su dalgaları derin ortamdan sığ ortama geçmiştir?

f) Dalgalar doğrultu değiştirmeden yansımış ya da kırılmıştır?

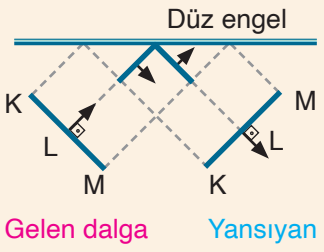
2. Aşağıda verilen tanılayıcı dallanmış ağaçta yer alan ifadelerden doğru olanlar için "D", yanlış olanlar için "Y" yönlendirici oklarını takip ediniz. Her kararınız bir sonraki aşamayı etkileyecek, vereceğiniz cevaplar sizi farklı yollardan sekiz ayrı çıkışa ulaştıracaktır. İlk önermeden başlayarak yapacağınız seçimlerle oklar yönünde ilerleyiniz ve sekiz farklı çıkış noktasından birine ulaşınız.

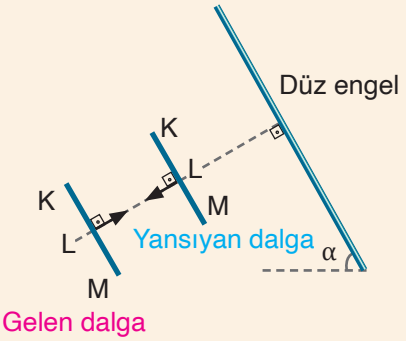


Kontrol Noktası

Su Dalgalarının Yansıması

Su dalgalarının farklı durumlardaki düz engelden yansıması aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir:





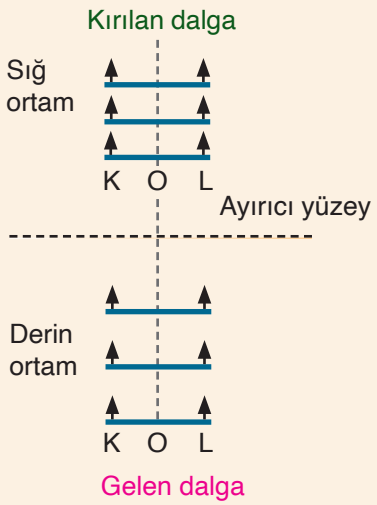
Yansıma Yasaları

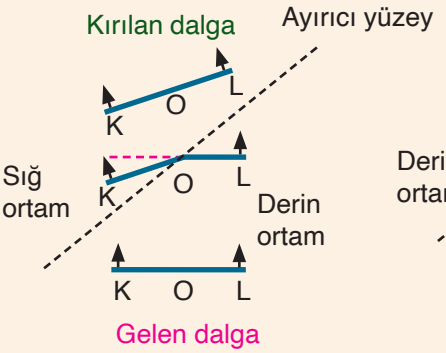
Gelen dalga, yansıyan dalga ve yüzey normali aynı düzlemdedir.

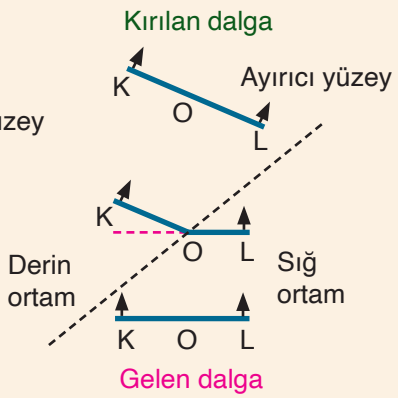
Gelme açısı, yansıma açısına eşittir.

Su Dalgalarının Kırılması

Su dalgalarının derinlikleri farklı ortamlardan geçişi sırasında kırılması aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir:







Kırılma Yasaları

Gelen dalga, kırılan dalga ve yüzey normali aynı düzlemdedir.

Gelen dalga, sığ ortamdan derin ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu artar.

Gelen dalga, derin ortamdan sığ ortama geçerken normale yaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu azalır.

4.6. REZONANS VE DEPREM

Konuya Başlarken

Kuşlar uçarken kanatlarını belirli bir frekansla çırpmaktadır. Kanat çırpma hızı, kuşun vücut yapısına ve kanat genişliğine uygun, doğal bir frekansta gerçekleştiğinden kanatlar hava ile uyumlu bir şekilde hareket eder. Bu hareket; kuşların uzun süre havada kalmasını, uzun yollar katetmesini ve daha az enerji harcamasını sağlamaktadır. Benzer şekilde salıncakta sallanan bir kişiye düzenli aralıklarla kuvvet uygulandığında salıncağın salınım genliği artmaktadır. Bu durumda salıncağın daha ileri ve yükseğe hareket etmesi sağlanır.

Bir kuşun kanat çırpma frekansının doğal frekanstan sapmasının uçuş hızına ve enerji verimliliğine etkisi nedir?

Salıncakta sallanan bir kişiye uygulanan kuvvetler, salıncağın salınım hareketini ne şekilde etkiler?

Deprem sırasında meydana gelen sarsıntılar aynı zemindeki binalar için farklı etki oluşturur. Örneğin aynı zemin üzerinde bulunmasına rağmen deprem sırasında bazı binaların sağlam kaldığı bazılarının hasar aldığı hatta yıkıldığı görülmektedir.

Deprem sırasında aynı zemin üzerinde bulunan binaların farklı derecelerde dayanıklılık göstermesinin sebepleri neler olabilir?

Kuşların uçma hareketi

Deprem sonrası yolun görünüşü

A) Rezonans ve Depremle İlgili Kavramlar

4.6. Etkinlik

Adı	REZONANS VE DEPREMLE İLGİLİ KAVRAMLAR
Amaç	Rezonans ve depreme ilişkin kavramlar üzerinden depremi sorgulayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda hazırlayacağınız kavram haritası "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Yandaki karekodu kullanarak bardakların titreşimini, köprülerin salınım hareketini ve depremle ilgili kavramları içeren animasyonu izleyiniz.
2. İzlediğiniz dijital içeriklerden yararlanarak depremle ilgili aşağıdaki kavramları kendi cümleleriniz ile tanımlayınız.

Rezonans: .....

Odak Noktası: .....

Merkez Üssü: .....

Şiddet: .....

Büyüklük: .....

3. Yukarıdaki kavramlar ile ilgili kendi düşüncelerinizi geliştirmek ve bu kavramları daha derinlemesine anlamak için konu hakkında merak ettiklerinizi arkadaşlarınızla tartışınız. Aşağıda verilen boş alana konu ile ilgili sorularınızı açık fikirlilikle yazınız.

4. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz. Yazdığınız soruların cevaplarını ve depreme ilişkin kavramları grup arkadaşlarınızla planlama yaparak araştırınız.

5. Yazdığınız soruların cevaplarını ve depreme ilişkin kavramları grup arkadaşlarınızla fikir alış-verişinde bulunarak elde ettiğiniz bilgilerin doğruluğunu ve güvenirliliğini tartışınız.

6. Grubunuz ile yaptığınız çalışma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

7. Depremin merkez üssü ve büyüklüğü kavramlarından yola çıkarak depreme yönelik çıkarımlarınızı yazınız.

Değerlendirme

1. Rezonans nedir? Deprem sırasında rezonansın binaların yıkılmasına olan etkisini açıklayınız.

2. Depremin etkisi merkez üssünden uzak bölgelerde neden farklı hissedilir?

3. Aynı büyüklükteki iki deprem, farklı bölgelerde neden farklı şiddetlerde hissedilir? Depremin büyüklüğü ile şiddeti arasındaki farkın sebepleri nelerdir?

4. Odak noktasının derinliği, depremin yüzeyde hissedilen şiddetini nasıl etkiler? Farklı derinliklerdeki büyüklükleri eşit olan depremlerin farklı şiddette hissedilmesinin sebebi nedir?

5. Deprem ve depremle ilgili kavramlardan oluşan bir kavram haritası hazırlayınız.

Hazırlamış olduğunuz kavram haritası "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Bir sisteme dışarıdan gelen titreşim veya dalgaların o sistemin doğal frekansındaki titreşim genliğini artırarak maksimum değere ulaştırmasına **rezonans** adı verilir. Başka bir deyişle rezonans, bir maddenin doğal frekansına dışarıdan bir etki uygulandığında bu etkinin frekansı ile maddenin frekansının eşit olması sonucunda maddenin genliğinin sürekli artma eğilimi göstermesidir.

Rezonans, sistemin dinamik özelliklerine bağlı olarak farklı etkiler meydana getirir. Bu nedenle rezonanstan çeşitli alanlarda yararlanılır. Rezonans olayı tıpta, elektronik devrelerde faydalı olabileceği gibi zararlı sonuçlar da oluş-

turabilir. Örneğin bir köprüde rezonans oluşması hâlinde titreşimler yapının çökmesine neden olabilir. Bu nedenle rezonans, binaların, köprülerin veya diğer mühendislik yapılarının tasarımında dikkate alınır.

Yer kabuğundaki hareketlerin meydana getirdiği enerjinin boşalmasıyla oluşan sarsıntılar sonucunda **deprem dalgaları** meydana gelir. Deprem dalgalarına **sismik dalgalar** da denir. Deprem dalgaları, enerjiyi kaynağından çevreye doğru ileterek yüzeyde hissedilen sarsıntılara yol açabilir. Yer kabuğundaki levhaların hareketleri sonucunda açığa çıkan enerjinin kayaçlarda oluşturduğu kırılma hatlarına **fay hattı** adı verilir. Oluşan dalgaların türüne, hızına ve yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli yıkıcı etkiler ortaya çıkabilir. Mekanik dalga çeşitlerinden olan deprem dalgaları hem enine hem de boyuna yayılabilen dalgalardır.

Görsel 4.11: *Depremin odak noktası ve merkez üssü*

Görsel 4.11'de depremin odak noktası ve merkez üssü gösterilmektedir. Depremin **odak noktası**, yerin altında kırılmanın gerçekleştiği noktadır. Odak noktası, depremin enerji salınımının başladığı yer olarak tanımlanır. Bu nokta, depremin büyüklüğü ve şiddeti üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yüzeydeki etkiler, odak derinliğine bağlı olarak değişir.

Depremin yer yüzeyindeki en yüksek sarsıntı seviyesinin meydana geldiği nokta, **depremin merkez üssü** olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle depremin başladığı yerin (odak noktası) yüzeye en yakın noktasıdır. Merkez üssü, depremin etkilerinin en yoğun hissedildiği yerdir ve coğrafi koordinatlarla tanımlanır.

Charles Francis Richter (1900-1985)

Amerikalı bir sismolog ve fizikçi olan Charles Francis Richter (Çarls Frensis Rihter), Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünde kuramsal fizik alanında doktora yapıp sismoloji alanında çalışmaya başlar. Daha sonra Beno Gutenberg (Beno Gutenberg) başkanlığında Pasadena (Pesadina) şehrinde sismoloji alanında bir laboratuvar açarak çalışmalarına burada devam eder. Richter ve Gutenberg 1932'de deprem kaynaklarının göreli boyutlarını ölçmeye yönelik standart bir ölçek geliştirir ve bu ölçeğe 1937'de "Richter ölçeği" adını verirler.

Depremin büyüklüğü, bir depremin yer yüzeyinde oluşturduğu sarsıntının enerji salınımını ifade eder ve genellikle Richter (Rihter) ölçeği kullanılarak ölçülür. Richter ölçeği, meydana gelen depremin sayısal olarak kıyaslanabilmesi için depremin kaynağında ortaya çıkan toplam enerji miktarını ölçen bir derecelendirme türüdür. 1-9 arası rakam ile ifade edilir. Depremin büyüklüğü; depremin derinliği, merkez üssü ve fayın özelliklerine bağlı olarak değişir. Tablo 4.1'de dünya çapında çeşitli büyüklüklere sahip depremlerin yıllık ortalama sayısı gösterilmiştir.

Tablo 4.1: *Dünya Çapında Çeşitli Büyüklüklere Sahip Depremlerin Yıllık Ortalama Sayısı*

Büyüklük Aralığı	Etkileri	Yıllık Ortalama Sayısı
2,0-2,9	Pek hissedilmez ama kaydedilir.	1.000.000
3,0-3,9	Genellikle hissedilebilir, az veya orta hasar verir.	100.000
4,0-4,9		10.000
5,0-5,9		1300
6,0-6,9	Özellikle yoğun nüfuslu yerlerde yıkıcı potansiyele sahiptir.	100
7,0-7,9	Büyük depremlerdir, ciddi hasar verir.	10
8,0 ve üzeri	Çok büyük depremlerdir, tümüyle yıkımla sonuçlanır.	1

Depremin şiddeti, bir depremin yer yüzeyinde neden olduğu sarsıntının hissedilme derecesini ve etkilerini tanımlar. Depremin odak noktasına olan uzaklığı, zemin koşulları ve yapıların dayanıklılığı gibi faktörler depremin şiddetini belirler. Binaların, köprülerin ve altyapının ne kadar etkilendiği ile ilişkili olan depremin şiddeti; hafif hasar, orta hasar veya yıkım gibi farklı seviyelerde değerlendirilebilir. Şiddetin seviyesi, insanların psikolojik ve sosyal durumları üzerinde de etkili olabilir. Bu nedenle deprem şiddeti, bir depremin etkilerini ve sonuçlarını anlamak açısından önemli bir kavramdır.

Depremin şiddeti, genellikle Değiştirilmiş Mercalli (Merkali) Şiddet Ölçeği (MMI) ile ölçülerek I'den XII'ye kadar derecelendirilir. Her bir derece belirli tanımlama ve etkilerle ilişkilidir. Tablo 4.2'de depremin şiddet derecesine göre Değiştirilmiş Mercalli Şiddet Ölçeği'nde yer alan tanım ve etkileri verilmiştir.

Tablo 4.2: *Değiştirilmiş Mercalli Şiddet Ölçeği (MMI)*

Şiddet Derecesi	Tanım	Etkiler
I	Hissetmeme	Sadece aletler tarafından algılanabilir.
II	Zayıf hissetme	Duyarlı kişiler tarafından hissedilebilir.
III	Hafif hissetme	İç mekânlarda duyulabilir ve bazı insanlarca hissedilebilir.
IV	Orta hissetme	Duyulabilir ve bazı eşyalar yer değiştirebilir.
V	Güçlü hissetme	Dışarıda duyulabilir ve bazı eşyalar devrilebilir.
VI	Şiddetli hissetme	Binalar hasara uğrayabilir.
VII	Çok şiddetli hissetme	Binalar ciddi hasarlar alabilir ve bazı binalar yıkılabilir.
VIII	Yıkıcı hissetme	Binalar ağır hasar alabilir ve şehrin altyapısı zarar görebilir.
IX	Çok yıkıcı hissetme	Çok sayıda bina yıkılabilir.
X	Felaket hissetme	Çok sayıda bina yıkılabilir ve yer altı kaynaklarında değişiklikler meydana gelebilir.
XI	Aşırı yıkıcı hissetme	Çok geniş bir alanda büyük hasar meydana gelebilir ve yer şekilleri değişebilir.
XII	Tam yıkım	Görsel ve yapısal olarak büyük değişimler meydana gelebilir.

Rezonans ve deprem arasındaki ilişki, yapıların doğal frekansı ile depremin oluşturduğu titreşimin frekansının uyumlu olması durumunda ortaya çıkar. Her yapı, zemin koşullarına ve yapısal özelliklerine bağlı olarak bir doğal frekansa sahiptir. Deprem dalgasının frekansı bu frekansa uyum sağladığında rezonans meydana gelir. Bu durum binaların daha büyük genlikle salınım yapmasına dolayısıyla hasar görmesine hatta çökmesine neden olabilir. Bu nedenle inşaat mühendisleri, binaların tasarımında rezonans etkilerini göz önünde bulundurarak depreme dayanıklı yapılar oluşturmayı hedefler.

Örnek

1985 yılında Meksika'nın başkenti Mexico City'den (Meksiko Siti) 320 km uzaklıktaki Oaxaca (Vahaka) kıyıları açıklarında 8,1 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Mexico City depremin merkez üssüne çok uzak olmasına rağmen deprem şehirde büyük bir yıkıma neden olmuştur. Şehirdeki yüksek katlı binalar ciddi şekilde hasar görmüş veya tamamen yıkılmıştır. Mexico City'nin büyük ölçüde göl tabanına kurulmuş olması, sismik dalgaların çok daha kuvvetli bir şekilde iletilmesine yol açarak yüksek binaların temellerini zayıflatmıştır.

Buna göre

a) Depremin merkez üssünden uzakta olan Mexico City'deki zemin titreşimlerinin rezonans ile olan ilişkisini açıklayınız.

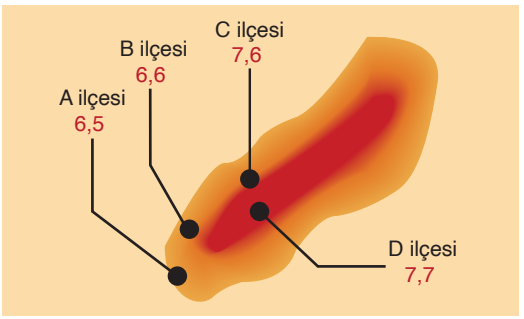
b) Rezonansın farklı zemin türleri üzerindeki etkisini açıklayınız.

Çözüm

a) Binaların doğal titreşim frekansının zeminden gelen sismik dalgaların frekansı ile örtüşmesi durumunda rezonans olayı meydana gelir. Mexico City'nin göl tabanı, suya doymuş yumuşak zemin olduğundan sismik dalgaları düşük frekansta titreştirir ve bu durum rezonans riskini artırır. Zemin dalgaları ile bina arasındaki frekans uyumu, deprem esnasında binaların titreşimlerinin artmasına ve binaların aşırı sarsılmasına neden olmuştur. Bu sarsılmalar yüksek katlı binaların rezonans sebebiyle çökmesine yol açmıştır.

b) Zeminlerin farklı fiziksel özelliklerinin rezonansa etkisi de farklılık gösterir. Frekansı yüksek olan sert ve homojen kaya zeminler deprem dalgalarını daha az iletir. Yumuşak ve heterojen yapılarda rezonans frekansları düşüktür.

4.19. Soru



Depremin büyüklüğü, depremin kaynağında açığa çıkan enerjinin ölçüsü; depremin şiddeti ise yerin derinliklerinde meydana gelen depremin yerin yüzeyindeki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır.

Depremin şiddeti; depremin büyüklüğüne, odak derinliğine, yapıların dayanıklılığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin D ilçesinde meydana gelen depreminin şiddeti, o bölgedeki diğer ilçelerde farklılık göstermektedir.

Buna göre

a) Merkez üssüne göre A ve C ilçelerinde ölçülen büyüklüklerin farklı olmasının nedenlerini arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.

b) D ve B ilçelerinde depremin farklı hissedilmesi fizik bilimine ait hangi kavram ile ilgilidir?

c) Depremin odak noktasının daha derinde olması durumunda ilçeler üzerinde yıkım etkisinin ne şekilde gerçekleşebileceğini tartışınız.

Cevap

4.20. Soru

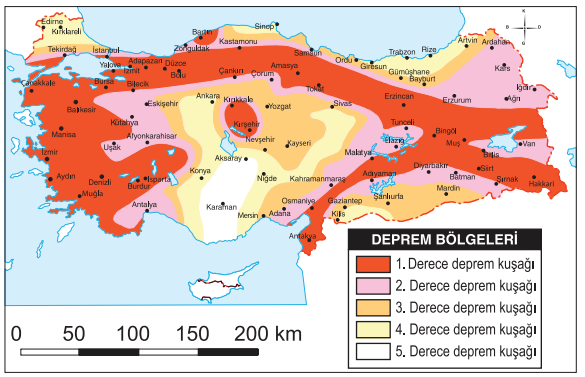
Mekanik Rezonans	Katı, sıvı veya gaz hâlindeki nesnelerin titreşimiyle ilgilidir.
Akustik Rezonans	Ses dalgalarıyla ilgilidir.
Elektriksel Rezonans	Elektronik devrelerle ilgilidir.
Nükleer Rezonans	Atom çekirdeğinde bulunan parçacıkların titreşimiyle ilgilidir.
Optik Rezonans	Işık dalgalarıyla ilgilidir.

Yukarıdaki açıklamalardan yararlanarak tabloda verilen olayların yanına hangi rezonans türüne ait olduğunu yazınız.

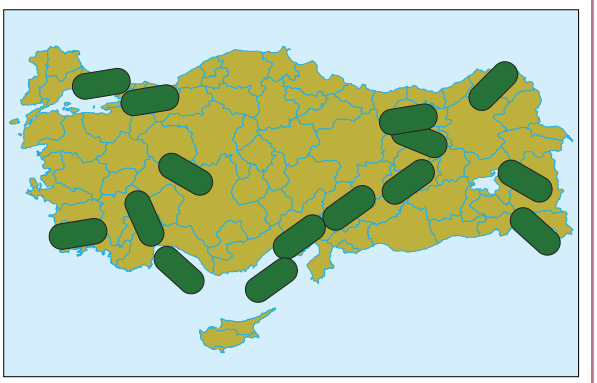
Örnekler	Rezonans Türü
1. Mikrodalga fırınların, su moleküllerini doğal frekansında titreşmesini sağlayarak yiyecekleri ısıtması	
2. Maratonlarda sporcuların köprüden geçerken aynı ritimle koşması ya da yürümesi	
3. Opera sanatçısının sesiyle cam bardağı kırması	
4. Hareket eden arabanın bazı sürat değerlerinde daha çok titreşmesi	
5. Manyetik rezonans cihazlarının atom çekirdekleri ile rezonansa girerek görüntüleme yapması	
6. Radyo vericisinin belirli frekansta sinyal göndermesi	
7. Bir bardağın kenarına vurulduğunda bardaktaki havanın titreşmesi ve bu titreşimlerin bardağın kenarında tınlama sesine neden olması	

4.21. Soru

Sismik boşluklar, geçmişte büyük depremler geçirmiş ancak son yıllarda deprem meydana gelmemiş bölgeleri ve gelecekte meydana gelebilecek büyük depremlerin yerlerini tahmin etmede yardımcı olur. Sismik boşluklar, deprem tahminleri ve risk yönetimi açısından önemli bir rol oynar. Görsel 1'de Türkiye'nin 2024 yılına ait deprem haritası, Görsel 2'de ise 1999 yılına ait sismik boşluk haritası verilmektedir.



Görsel 1: Türkiye'nin deprem tehlike haritası



Görsel 2: Türkiye'nin sismik boşluk haritası

Buna göre

a) Deprem haritasında görülen yüksek riskli bölgeler ile sismik boşlukların konumları arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

b) Geçmişte meydana gelen depremlerin sismik boşlukların belirlenmesine katkısı ne olabilir?

c) Sismik boşluk ve deprem haritalarından edinilen bilgilerin yerel yönetimlerin risk yönetimi stratejilerine etkileri nelerdir?

Cevap

4.22. Soru

Aşağıdaki ifadelerin başında bulunan yay ayraç içine ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadenin doğrusunu "Açıklama" bölümüne yazınız.

D/Y	İfade	Açıklama
(…)	**1.** Depremin odak noktası, bir depremin sarsıntı seviyesinin yer yüzeyinde en yüksek olduğu noktadır.	
(…)	**2.** Depremin büyüklüğü, bir depremin etkilerini ve sonuçlarını anlamada önemli bir kavramdır.	
(…)	**3.** Depremin büyüklüğü, bir depremin yer yüzeyinde oluşturduğu sarsıntının enerji salınımını ifade eder.	
(…)	**4.** Depremin odak noktası, depremin yer altında meydana geldiği yerdir.	
(…)	**5.** Rezonans, dış etkilerin frekansının sistemin doğal frekansından büyük olması durumunda gerçekleşir.	
(…)	**6.** Depremin şiddeti, yerel koşullara bağlı olarak değişebilir ve insanların depremin etkilerini nasıl hissettiğini, yapıların ne kadar zarar gördüğünü ve çevresel etkileri kapsar.	
(…)	**7.** Deprem şiddeti, depremin etkilerinin en yoğun hissedildiği yerdir.	
(…)	**8.** Depremin büyüklüğü Richter ölçeği ile ölçülür.	

Kontrol Noktası

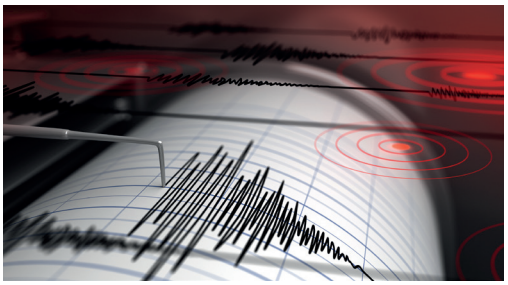
Deprem dalgaları (sismik dalgalar), yer kabuğundaki gerilimlerin ani salınımı sonucu meydana gelir.

- **Rezonans,** bir sistemin dışarıdan gelen bir titreşim veya dalga ile aynı frekansta titreşmeye başlaması durumudur.
- **Depremin odak noktası**, depremin yer altında meydana geldiği yerdir.
- **Depremin merkez üssü**, odak noktasının yer yüzeyine en yakın noktasında sarsıntının en güçlü hissedildiği bölgedir.
- **Depremin şiddeti**, bir depremin yer yüzeyinde neden olduğu sarsıntının hissedilme derecesi ve etkisidir.
- **Depremin büyüklüğü**, bir depremin yer yüzeyinde oluşturduğu sarsıntının enerji salınımıdır.

B) Depremle İlgili Bilimsel Model Oluşturabilme

Sismograf

Deprem ve yer hareketlerini inceleyerek bu konuda çalışmalar yapan bilim dalına **sismoloji** veya **deprem bilimi** denir. Sismoloji alanında çalışan bilim insanlarına ise **sismolog** (deprem bilimci) adı verilir. Depremler yerin derinliklerinde meydana gelir ve bu nedenle doğrudan ölçülemez. Yer sarsıntılarının ivmelerini (veya yer değiştirmelerini) zaman ile ilişkilendirerek kaydeden cihaza **sismograf** (depremyazar, depremölçer), sismograflar tarafından yapılan kayda ise **sismogram** denir.



Görsel 4.12: *Analog sismograf*

Sismograflar, depremlerin yeri ve büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan en önemli araçlardan biridir. En basit sismograf türü bir ucu sabitlenmiş, diğer ucunda bir kayıt kalemi bulunan, yay ile desteklenmiş ağırlıklı bir çubuktan oluşur. Herhangi bir sarsıntı anında üzerindeki ağırlık sabit kaldığı için çubuğun diğer bölümleri salınır. Kayıt kalemi, saat ibresi yönünde ağır ağır dönen bir silindirin üzerinde sarsıntıları tespit eder. Kayıt cihazı, Görsel 4.12'deki gibi sismik dalgaların şeklini ve genliğini bir kâğıda veya Görsel 4.13'teki gibi dijital dosyaya kaydeder.

Görsel 4.13: *Dijital sismograf*

Bu bilgiler, depremlere karşı hazırlıklı olunmasını sağlar ve can kayıplarının en aza indirilmesine yardımcı olur. Deprem erken uyarı sistemleri, sismik dalgalar henüz yer yüzeyine ulaşmadan önce insanları uyarmak için sismograflardan alınan verileri kullanır.

Türkiye'de Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ile AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) depremlerle ilgili bilgi veren kurumlardır. Kandilli Rasathanesi deprem hareketlerini izlemek için sismik kayıt yapan cihazlarla kurulu bir ağa sahiptir. Benzer şekilde AFAD'ın da bir ağı bulunmaktadır. Bu ağ, fay yakınlarına yerleştirilen sismograflardan oluşmaktadır. Birçok farklı istasyondan gelen veriler bu merkezlerde toplanarak depremin merkez üssü, odak derinliği, büyüklüğü gibi birçok parametrenin belirlenmesinde kullanılır.

Sismograflar

- Yer kabuğundaki ani hareketleri kaydederek depremlerin yerini, büyüklüğünü ve derinliğini belirler.
- Tsunami riski taşıyan bölgelerde deniz altındaki sismik hareketleri izleyerek erken uyarı sistemlerini destekler.
- Belirli bir bölgedeki deprem riski hakkında bilgi sağlar.
- Yer altındaki petrol, doğal gaz ve diğer kaynakların tespitinde kullanılır.
- Yer kabuğunun derinliklerindeki yapıları incelemek için kullanılır.
- Aktif volkanik bölgelerdeki yer hareketlerini izlemek için kullanılır.
- Yeni yapılacak inşaatların projelerinin zemin etüdü için kullanılır.

İzolatör

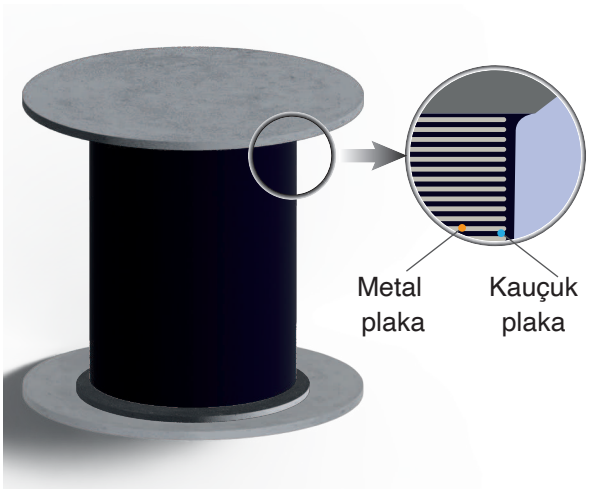
Deprem doğa kaynaklı bir afet olduğundan depremin önceden bilinmesi ve engellenmesi mümkün değildir. Mühendisler, depreme dirençli yaşam alanları tasarlayarak olası bir depremde meydana gelecek can ve mal kaybını en aza indirmeyi amaçlar. Sismik izolatörler, depremlerin olumsuz etkilerini azaltmak ve yapıların dayanıklılığını artırmak için geliştirilmiş bir teknolojidir. İzolatörlerin binalarda oluşan deprem kaynaklı etkileri azalttığı tespit edilmiştir. Sismik izolatör kullanılan binalarda orta şiddetli depremler sonucunda meydana gelebilecek hasarların engellendiği ve şiddetli depremlerle ortaya çıkabilecek hasarların ise en düşük seviyeye indirildiği görülmüştür.

Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

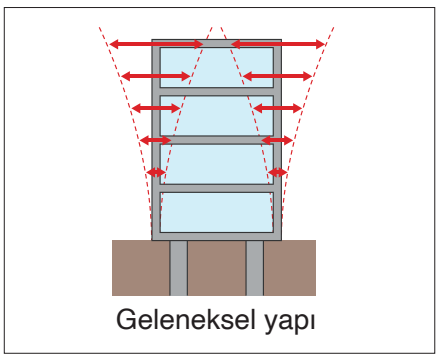
Sismik izolatörler, binanın temeli ile üst kısmının arasına yerleştirilerek esnek bir yapı oluşturulur. Bu yapı, binayı iki parçaya ayırarak depremin dinamik yüklerinin üst yapıya daha az iletilmesini sağlar.

Dikdörtgen ve daire şeklinde olan izolatörler, kauçuk ve metal plakaların birbirine bütünleştirilmesi ile oluşturulur (Görsel 4.14). Sismik izolatörler, yatay yönde esnekliği yüksek olan kauçuk ve düşey yönde dayanımı fazla olan metal plakalar kullanılarak üretilmektedir. Metal plaka, binanın ağırlığını taşırken kauçuk plaka deprem dalgalarının şiddetini azaltmaktadır.

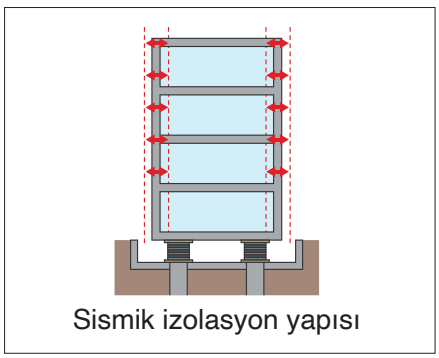
Yaygın olarak kullanılmaya başlanan sismik izolatörler, binaların temeline veya bodrum katına yerleştirilir. Bu izolatörler sayesinde depremin enerjisinin bir kısmı sönümlenerek üst yapının sadece küçük salınımlar yapması sağlanır. Böylece binanın yapı güvenliği artar. Sismik izolatörler özellikle büyük yapılar, hastaneler, müzeler, köprüler, kamu binaları gibi önemli yapılarda tercih edilmektedir.



Görsel 4.14: *Kauçuk izolatör*



Şekil 4.15: *İzolatör kullanılmayan bina*



Şekil 4.16: *İzolatör kullanılan bina*

Deprem sırasında Şekil 4.15'teki gibi geleneksel bir binanın katları arasındaki göreli yer değiştirme miktarı oldukça fazladır. Yatay doğrultudaki yüksek göreli yer değiştirme, binaların zarar görmesine neden olur. Bu nedenle katlar arasındaki yer değiştirme miktarı Şekil 4.16'daki gibi izolatör kullanılarak azaltılabilir ve binanın hasar görme riski en aza indirilebilir.

Göreli Yer Değiştirme

İki nokta veya cisim arasındaki yer değiştirme farkına göreli yer değiştirme adı verilir. Başka bir deyişle göreli yer değiştirme, bir cismin son konumu ile ilk konumu arasındaki farkın başka bir cismin veya noktanın hareketine göre değerlendirilmesidir. Kısaca ifade etmek gerekirse göreli yer değiştirme, bir cismin belirlenen referans noktasına göre yaptığı hareketin ölçüsüdür.

4.7. Etkinlik

Adı	BENİM MODELİM
Amaç	Depremle ilgili bir gerçek hayat problemini fark edip bu probleme uygun çözüm bularak ihtiyaca yönelik model önerebilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda önereceğiniz model "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Depremin öngörülemezliği, büyüklüğünü bilmeme, deprem etkisinin olumsuz yönleri gibi depremle ilgili bir problem durumunu belirleyerek yazınız.

2. Belirlediğiniz probleme ilişkin çözüm olabilecek STEM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) bir model öneriniz.

3. Önerdiğiniz modeli sınıf arkadaşlarınız ile paylaşarak modelin geliştirilmesine yönelik tartışma sonucunda ortaya çıkan alternatif çözümleri yazınız.

4. Yazdığınız alternatif çözümler arasından en uygun çözümü seçerek modelinizin gelişimine katkısını yazınız.

Değerlendirme

1. Seçtiğiniz problemin neden önemli olduğunu açıklayınız.

2. Modelinizi geliştirirken STEM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) yaklaşımının hangi unsurlarını kullandınız? Modelinizin gerçek hayatta uygulanabilirliği ve karşılaşılabilecek olası zorluklar hakkında neler söyleyebilirsiniz?

Tasarlamış olduğunuz ürün veya model öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Örnek

Günlük hayatta elektriksel ve sismik izolatörler, çevrelerinden gelen dış etkilere karşı yapılara koruma sağlar. Elektriksel izolatörler iletkenlerin zarar görmesini engeller, sismik izolatörler de binaları depremin yıkıcı etkisinden korur.

Bu iki tür izolatörün çalışma prensiplerini karşılaştırarak benzer ve farklı özelliklerini açıklayınız.

Çözüm

Her iki izolatör türü de dışsal etkilere karşı koruma sağlama işlevini benzer şekilde yerine getirir. Elektriksel izolatörler elektriksel güvenliği sağlarken sismik izolatörler binaların yapısal güvenliğini artırır. Ortak özellikleri, her iki türün de enerji iletimini kontrol etmesi ve koruma sağlamasıdır. Bu iki izolatör türü, farklı dış etkilerle başa çıkmak için kullanılır ve farklı teknik özelliklere sahip malzemelerle üretilir. Elektriksel izolatörler elektriksel güvenliği sağlarken sismik izolatörler binaların yapısal güvenliğini artırır.

4.23. Soru

Yüksek binaların bulunduğu büyük bir şehirde depreme neden olacak bir fay hattı keşfedilmiştir. Şehirdeki binaların yapısal güvenliğini artırmak amacıyla sismik izolatörlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Sismik izolatörler binalar inşa edilirken kullanılabileceği gibi belirli koşulları sağlayan mevcut yapılara da uygulanabilir.

Buna göre

a) Sismik izolatör kullanımının şehirdeki binaların yapı güvenliğini nasıl artıracağını kısaca açıklayınız.

b) Sismik izolatörlerin uzun vadeli çevresel etkilerini değerlendirerek çıkarımlarınızı kısaca yazınız.

Cevap

4.24. Soru

Sismik izolatörler, binaları zeminden belirli bir ölçüde ayırarak deprem sırasında binanın zeminden bağımsız hareket etmesini sağlar.

Buna göre sismik izolatörlerde kullanılan malzemelerin özellikleri nelerdir?

Cevap

Performans Görevi

Adı	DEPREMDEN KORUNUYORUM
Beklenen Performans	Depremle ilgili bilimsel model oluşturma
Süre	1 hafta
Değerlendirme	Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı, Öz Değerlendirme Formu

Depremler yalnızca yıkıcı sismik hareketlerle değil çevresel, ekonomik ve sosyal pek çok dolaylı etkisiyle de hayatı derinden etkiler. Bu nedenle depreme dayanıklı yapılar inşa edilmesi, etkili hazırlık ve erken uyarı sistemleri kurulması, bireylere farkındalık kazandırmak ve bu farkındalığı yaymak depremin olumsuz etkilerini en aza indirmede kritik öneme sahiptir. Sismik izolatörler ve diğer mühendislik çözümleri; depremin etkilerini azaltmak, erken uyarı sağlamak ve binaları güvenli hâle getirmek için önemli bir rol oynamaktadır.

- Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.
- STEM yaklaşımına uygun olarak (mühendislik, matematik, fen, teknoloji gibi bilim dallarını kullanarak) depremle ilişkili gerçek hayattan bir probleme çözüm olabilecek (depremin etkisini azaltma, depremin büyüklüğünü ölçebilme vb.) ihtiyaca yönelik bir ürün veya model tasarlayınız.
- Depreme yönelik belirlemiş olduğunuz günlük hayat problemine ilişkin alternatif çözümler üretiniz. En uygun çözümü belirleyip nasıl uygulayacağınızı planlayınız.
- Modelinizin geliştirilmesine yönelik adımları arkadaşlarınızla tartışınız. Arkadaşlarınızdan gelen farklı fikirleri dinleyerek seçenekleri değerlendiriniz.
- Tasarladığınız ürünü test ederek sınıfta sunum veya sergi şeklinde paylaşınız.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Ürün veya model, konuyu kapsayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Ürün veya modelin içeriğini destekleyecek görsellere yer verilmelidir.
- Performans görevi süresince yararlanılan kaynaklar içerikte belirtilmelidir.
- Tasarlanan ürün test edilebilir nitelikte olmalıdır.
- Rapor hazırlanırken yazım ve noktalama kurallarına dikkat edilmelidir.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU		
Performans Görevinin Adı		**Tarih:**
Öğrencinin		
Adı Soyadı		
Numarası		
Sınıfı		

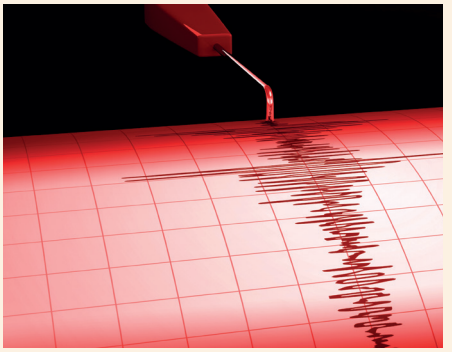
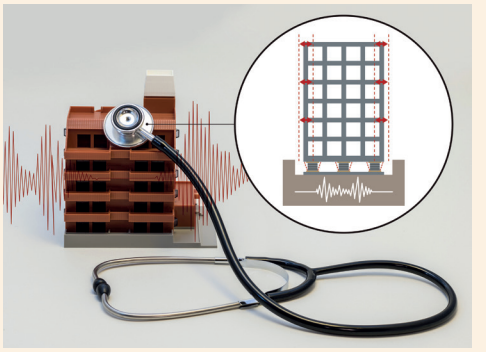
1. Performans görevi boyunca hangi zorluklar ve problemlerle karşılaştınız? Bu zorluk ve problemlerle nasıl başa çıktınız?	
2. Performans görevi çalışmasında katkınız en fazla hangi bölümde ve nasıl oldu?	
3. Bu görev sırasında grup dışından yardım aldınız mı? Belirtiniz.	
4. Bu performans görevini yeniden planlasaydınız ne tür değişiklikler önerirdiniz?	
5. Bu çalışmanızla topluma hizmet ettiğinizi düşünüyor musunuz? Açıklayınız.	
6. Edindiğiniz deneyimleri hayatınızda nasıl kullanacağınızı düşünüyorsunuz? Açıklayınız.	
7. Performans görevi çalışmasında STEM ilkelerinden nasıl faydalandığınızı kısaca açıklayınız.	
8. Ürününüzün sorunsuz ve etkili biçimde çalıştığını test ettiniz mi?	

Tasarlamış olduğunuz ürün veya model öğretmeniniz tarafından "Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

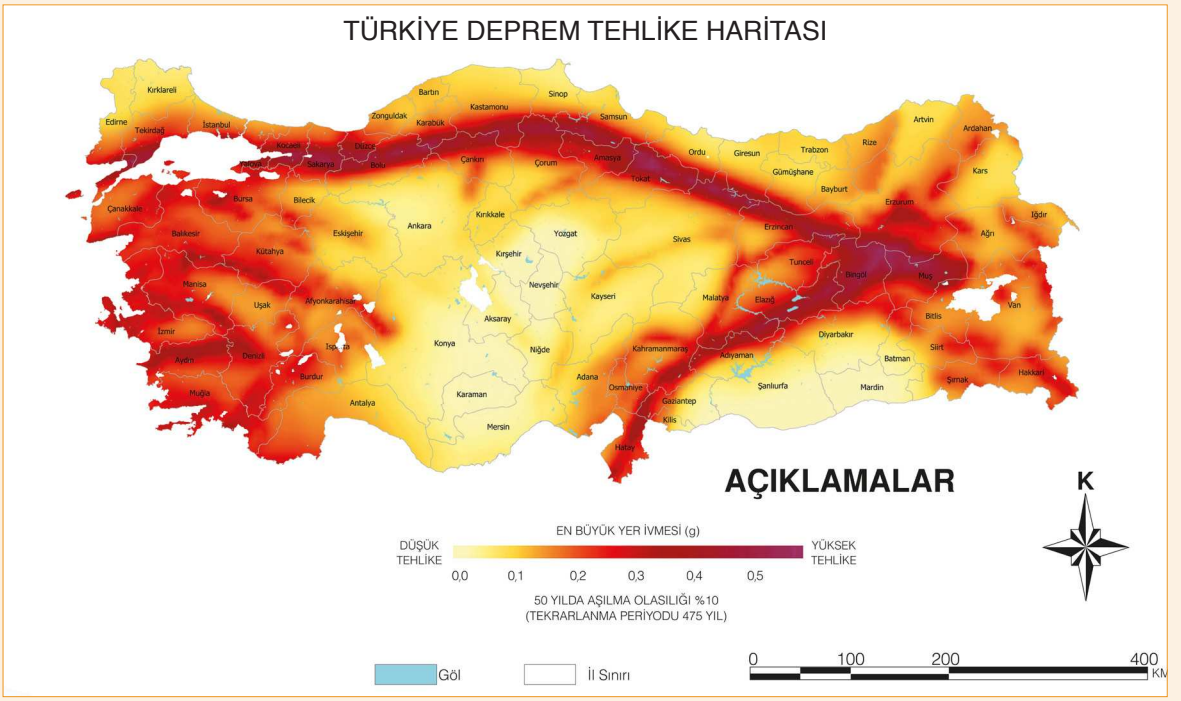
Yandaki karekodu kullanarak "Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası

Sismograf ve sismik izolatörler hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

Sismograf	Sismik İzolatör
	
▶ Sismograf, yer yüzeyindeki titreşimleri ölçen ve kaydeden bir cihazdır. ▶ Yer hareketinin gücü ve süresi hakkında bilgi verir. ▶ Depremleri izlemek, sismik etkinlik haritaları oluşturmak ve binaların yapısal güvenliğini değerlendirmek için kullanılır.	▶ Sismik izolatörler; yapılar ile zemin arasına yerleştirilen, depremin etkilerini azaltan yapısal elemanlardır. ▶ Sismik izolatörler, depremin yatay hareketlerini zayıflatır. ▶ Yüksek binalar, hastaneler, köprüler, önemli kamu binaları, müzeler gibi büyük ve önemli yapılarda kullanılır.

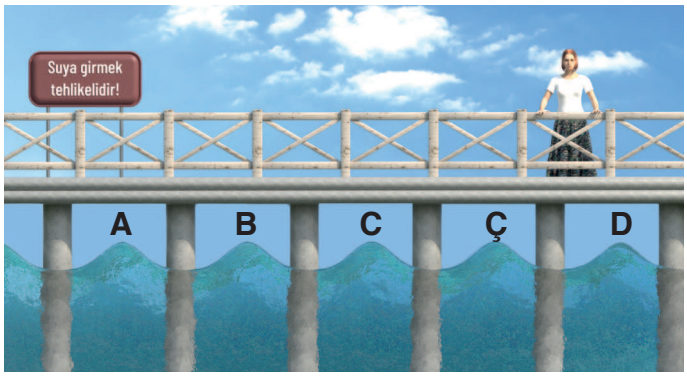
Aşağıda Türkiye'nin deprem tehlike haritası verilmiştir:



4. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 9 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

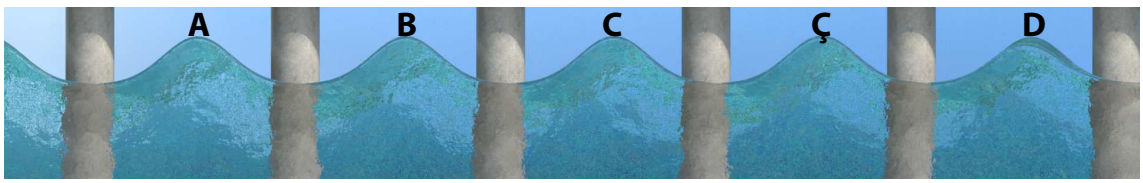
1.



Dalgaların hareketi, denizi seyreden Ayça'nın dikkatini çekiyor. Ayça, şekildeki iskelenin destek ayakları arasındaki mesafeyi dikkate alarak su yüzeyindeki dalgaların ardışık tepe noktaları olan A, B, C, Ç ve D arasındaki yatay mesafeyi yaklaşık olarak belirlemeye çalışmaktadır. Ayça, bu gözleminden sonra B noktasının A noktasına, Ç noktasının C noktasına gelme süresini telefonu ile 10 s olarak kaydediyor.

İskelenin ayakları arasındaki mesafeler eşit ve 1,5 m olduğuna göre

a) Dalga boyunu ve dalganın genliğini aşağıda verilen şekil üzerinde çizim yaparak gösteriniz.



b) Ayça'nın yaptığı ölçümlerden yararlanarak dalgaların dalga boyunu, frekansını, periyodunu ve yayılma süratini bulunuz ve aşağıda verilen tabloya yazınız.

Dalgaya Ait Nicelik	Ölçüm Sonucu
Dalga Boyu (λ)	
Frekans (*f*)	
Periyod (*T*)	
Yayılma Sürati (ϑ)	

c) Dalga boyunun 2 λ olduğu durumda dalganın yayılma süratinin büyüklüğünü dalga boyu, frekans ve periyot kavramları ile ilişkilendirerek karşılaştırınız.

2. Dalgaları özelliklerine göre sınıflandırmak, farklı türdeki dalgaların nasıl yayıldığını ve hangi ortamlarda enerji taşıdığını anlamak açısından önemlidir.

Buna göre aşağıda verilen dalgalar için tabloyu "X" ile işaretleyerek sınıflandırınız.

Dalga Çeşidi	Enine Dalga	Boyuna Dalga	Elektromanyetik Dalga	Mekanik Dalga
Ses				
Yay				
Işık				
Deprem				
Su				
X ışını				

3. İnşaat mühendisleri, binaları inşa etmeden önce jeofizik mühendislerinin binanın inşa edileceği zeminle ilgili yapmış olduğu zemin etüdünü dikkate alırlar. Zemin etüdünde kullanılan yöntemlerden biri de ses dalgaları kullanılarak yapılan çalışmalardır. İncelenecek zemine gönderilen ses dalgalarının farklı yapılardaki ortamlarda farklı süratlerle yayılmasından yararlanılarak zemin hakkında bilgi sahibi olunur. İnşaat mühendisleri, jeoloji mühendislerinin ölçümlerinin standart olması adına zeminin türüne göre farklı ölçüm yerleri belirlemek isterler. Mühendisler birbirinden haberdar olmak için genellikle telsiz kullanırlar.

Aşağıdaki tablo yapılan bir zemin etüdü çalışma sonuçlarını göstermektedir.

Zemin Türü	Ses Dalgasının Yayılma Sürati (m/s)
Kum	150-300
Su	1480
Kaya	5000-7000
Çamur	100-250

Buna göre

a) Ses dalgalarının yayılma süratinin bulunduğu ortama göre değişiklik göstermesinin nedeni ne olabilir? Açıklayınız.

b) Ses dalgasının yayılma süratinin en büyük ve en küçük olduğu ortamları yazınız.

c) Zemin etüdü yapılırken ses dalgalarının zeminde hızlı mı yoksa yavaş mı ilerlediğini gözlemlemek bina yapımı için nasıl bir bilgi sağlar? Açıklayınız.

ç) Mühendislerin telsiz aracılığıyla haberleşmesinde bina içinde ya da açık havada olmaları seslerinin iletim hızını ne şekilde etkiler? Kısaca açıklayınız.

d) Aşağıdaki tabloda verilen dalga çeşitlerinin hızlı ve yavaş ilerledikleri ortamları tabloya yazınız.

Dalga Çeşidi	Dalganın Hızlı İlerlediği Ortam	Dalganın Yavaş İlerlediği Ortam
Ses dalgası		
Elektromanyetik dalgalar		

4.

Hayri ve kardeşi Şükran, hafta sonu yapılan bir etkinlikte şekildeki gibi yaylı trambolinde zıplamaktadır. Trambolindeki yaylar, kütlenin büyüklüğüne göre gerilerek tramboline bağlı olan kişilerin zıplamasını sağlamaktadır. Hayri sert olan 1. yaya bağlandığında zıplayabiliyorken Şükran daha yumuşak olan 2. yaya bağlandığından hareketi gerçekleştirmektedir.

Şükran'ın kütlesi Hayri'nin kütlesinden düşük olduğuna göre

a) Her ikisinin de aynı yaylarla bağlanmış düzenekte yaptığı salınımın periyotlarını karşılaştırınız.

b) Hayri'nin birinci yay ile salınım hareketi yapabilmesine karşın Şükran'ın aynı yay ile sallanamamasının nedenini açıklayınız.

c) Hayri ve Şükran'ın yaylı tramboline bağlı olarak yaptıkları salınım hareketi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Hayri ve Şükran'ın kütlesi, salınım periyodunu değiştirmez.

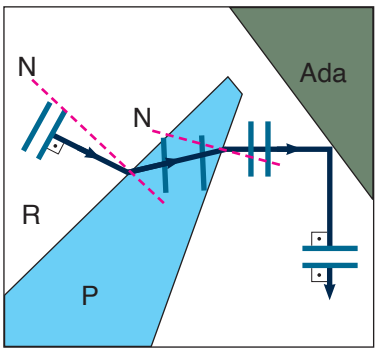
B) Şükran daha sert bir yay ile salınım yapsaydı periyodu artardı.

C) Şükran'ın aynı yay ile salınım periyodu Hayri'ye göre daha büyük olurdu.

D) Hayri daha uzun bir yay kullanarak salınım hareketi yapsaydı periyot artardı.

E) Yayların başlangıç noktasından daha fazla çekilerek bırakılması periyodu etkilemez.

5.



Yandaki şekilde adanın sahile yakın bir bölgesinde bulunan denizdeki doğrusal su dalgasının ilerlemesi gösterilmektedir. R bölgesinden gelen dalga; önce P bölgesinde kırılmakta, daha sonra R bölgesine geçerken kırılarak kıyıdan yansımaktadır.

R ve P farklı derinliklerde olduğuna göre

a) Su dalgasının P bölgesindeki ilerleme doğrultusunu ve dalga boyunu derinlik ile ilişkilendirerek yorumlayınız.

b) Dalganın P bölgesine gelme açısı ve kırılma açısı arasındaki ilişki nedir?

c) Dalganın kıyıya gelme açısı ile yansıma açısı arasındaki ilişki nedir?

ç) Doğrusal su dalgasının P ortamından R'ye geçerken kırılması ve kıyıdan yansıması ile ilgili aşağıda verilen genellemelerden hangisi yanlıştır?

A) Derin ortamdan sığ ortama geçen doğrusal su dalgalarının dalga boyu azalır.

B) Su dalgalarının yayılma sürati derin ortamda sığ ortama göre daha büyüktür.

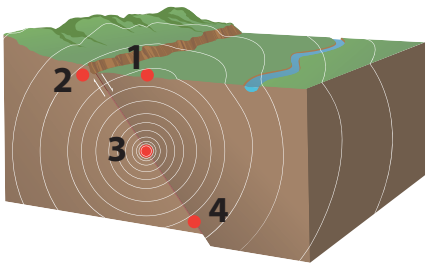
C) Doğrusal su dalgalarının düz engele gelme açısı ile yansıma açısı birbirine eşittir.

D) Sığ ortamdan derin ortama geçen doğrusal su dalgaları, yüzey normaline yaklaşarak kırılır.

E) Düz engele paralel gelen doğrusal su dalgaları yine engele paralel olacak şekilde yansır.

6. Rezonans ve depreme ilişkin aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a)



Deprem ile ilgili temel kavramları görseldeki numaralandırılmış alanlara göre belirleyerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Numara	Kavramlar	Kavramların Tanımı
1		
2		
3		
4		

b) Rezonans ve depremle ilişkili olan kavramlar ile ilgili merak ettiğiniz soruları yazınız.

c) Rezonansın deprem sırasında binalar üzerindeki etkilerini açıklayınız. Rezonans etkisini azaltmak için binalarda kullanılan yapı teknikleri nelerdir?

ç) Aşağıdaki ifadelerin başındaki yay ayraca ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifade için "Açıklama" bölümüne doğrusunu yazınız.

D/Y	İfade	Açıklama
(…)	I. Depremin büyüklüğü, etrafında oluşturduğu hasara göre belirlenir.	
(…)	II. Odak noktası, depremin merkezinin olduğu yerdir.	
(…)	III. Richter ölçeği, depremin büyüklüğünü ölçer.	
(…)	IV. Odak noktasının yeryüzüne en yakın mesafesi, merkez üssüdür.	
(…)	V. Merkez üssünden uzaklaşıldıkça depremin şiddeti artar.	
(…)	VI. Binaların doğal frekansı ile depremin frekansı eşitlendiğinde yıkım fazla olur.	
(…)	VII. Binaların rezonansa girmesi, deprem sırasında yıkım riskini artırır.	
(…)	VIII. Deprem dalgalarının hızı, zeminin sertliği arttıkça azalır.	

d) Rezonans, bir sistemin doğal titreşim frekansı ile dışarıdan uygulanan bir kuvvetin frekansı eşleştiğinde sistemin genliğinin önemli ölçüde artması durumudur.

Aşağıda verilen günlük hayat örnek olaylarından rezonans ile ilişkili olanlara "VAR", olmayanlara "YOK" yazınız.

Günlük Hayattan Örnek Olaylar	Rezonans Durumu
1. Bir çocuğun salıncakta sallanması	
2. Bir opera sanatçısının yüksek sesiyle cam bardağı kırması	
3. Kuşların uçarken kanatlarını çırpması	
4. Belli bir hızda giderken arabanın lastiklerinde güçlü bir titreşim oluşması	
5. Konserlerde sanatçıların mikrofon kullanması	

e) Aşağıdaki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

sismograf	sismogram	sismik izolatör	rezonans
sismolog	izolasyon	sismoloji	

I. Depremlerle ilgili çalışmalar yapan bilim dalına ..... denir.

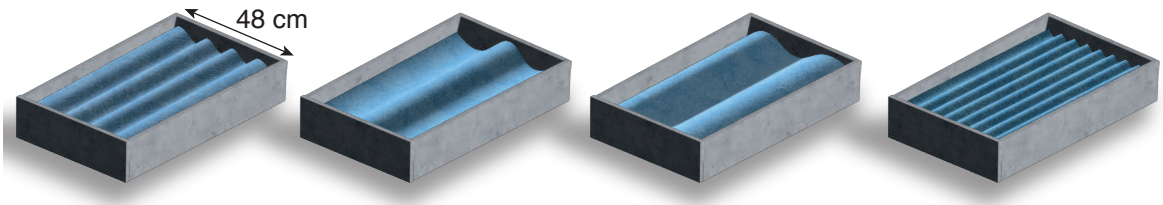
II. Yer sarsıntılarının ivmelerini veya yer değişmelerini zamanla ilişkilendirerek kaydeden cihaza ..... denir.

III. Depremle ilgili çalışan bilim insanlarına ..... denir.

IV. Sismograf tarafından yapılan kayda ..... denir.

V. Binaların temellerine ya da bodrum katlarına genellikle ..... yerleştirilir.

7. Bir laboratuvar çalışmasında derinliği eşit dört farklı dalga leğeninde farklı kaynaklar tarafından oluşturulan dalga hareketleri gözlemlenmiştir.



Şekil 1 Şekil 2 Şekil 3 Şekil 4

Dalga leğenlerinin uzunluğu sabit ve 48 cm'dir. Şekil 1'deki dalga leğeninde 4, Şekil 2'de 1, Şekil 3'te 2 ve Şekil 4'te 8 tam dalga gözlemlenmiştir.

Buna göre

a) Her bir dalga leğeninde oluşan dalgaların dalga boyunu (λ) hesaplayınız.

b) Her bir dalga leğeninde oluşan dalganın periyodunu (T) dalga hızı ve dalga boyu ilişkisini kullanarak sıralayınız.

c) Dalgaların frekansını (f) dalgaların periyot ile olan bağıntısını kullanarak sıralayınız.

ç) Aynı derinlikteki dalga leğenlerinde oluşan dalgaların yayılma süratini (ϑ) dalga boyu ve frekans ilişkisini kullanarak kıyaslayınız.

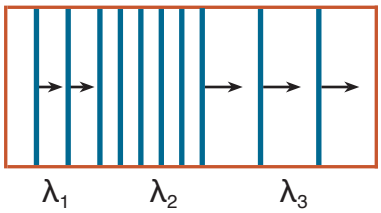
d) Dalgaların dalga boyunu, periyodunu ve frekansını niteliklerine bağlı olarak tanımlayınız.

Dalga Boyu: .....

Periyot: .....

Frekans: .....

8.



Yandaki şekilde çocuklar için tasarlanmış bir oyun havuzunda doğrusal bir dalga kaynağı tarafından oluşturulan dalgaların üstten görünüşü verilmektedir.

Buna göre

a) Oluşan dalgaların (λ_1, λ_2, λ_3) dalga boylarını ve yayılma süratini (ϑ_1, ϑ_2, ϑ_3) büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Dalgaların periyodunu (T) ortamın derinliğine göre yorumlayınız.

b) Havuzda oluşturulan dalganın bir ortamdan diğerine geçerken doğrultusunu değiştirmemesinin nedeni nedir?

c) Havuzun ve oluşan dalgaların yandan görüntüsünü çiziniz.

ç) Su dalgalarında kırılma olayı ile ilgili

I. Suyun derinliği arttıkça dalgaların dalga boyu artar.

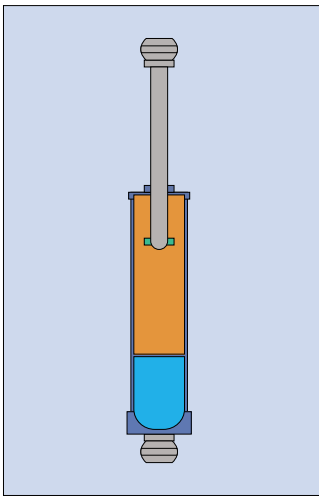
II. Sığ ortamlarda dalgalar daha süratli yayılır.

III. Bir kaynaktan yayılan dalgaların frekansı eşittir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

9.



Amortisörler araçlardaki titreşimleri ve darbeleri emerek konforlu ve güvenli bir sürüş sağlar. Amortisörler içerisinde hidrolik sıvı (yağ) veya gaz bulunan bir silindirden oluşur. Silindirin içinde yukarı ve aşağı hareket edebilen bir piston bulunur. Tekerlek bir tümseğe veya çukura çarptığında süspansiyon sistemi bu darbeyi emer ve amortisöre iletir. Amortisördeki piston, bu darbenin etkisiyle silindir içinde hareket etmeye başlar. Pistonun hareketi ile oluşan basınç enerjiyi ısıya dönüştürür. Bu sayede darbenin enerjisi emilmiş olur.

Sismik izolatörler hidrolik sıvılar veya kauçuk malzemeler kullanarak depremin bina üzerindeki etkisini azaltmak için tasarlanmıştır. Binalarda kullanılan sismik izolatörler de araçlardaki amortisörler gibi çalışır. Sismik izolatörler deprem dalgalarının enerjisini hidrolik sıvıya iletip kinetik enerjiyi ısı enerjisine dönüştürerek şok dalgalarının şiddetinin azaltılmasını sağlar.

Buna göre

a) Binaların deprem sarsıntılarına karşı direncini artırmak için nasıl bir model tasarlanabilir?

b) Tasarladığınız modelin uygulanabilir olup olmadığını değerlendirerek modeli geliştirmek için neler yapılabileceğini yazınız.

Ünite ile ilgili daha fazla soru çözmek için karekodu kullanınız.

SÖZLÜK

A	
açık fikirlilik	: *Açık fikirli olma durumu; açık görüşlülük.*
aerodinamik	: *1. Hareket hâlinde olan bir cisim üzerinde havanın yarattığı etkiyi inceleyen bilim. 2. Gazların hareketini inceleyen bilim dalı. 3. Bu bilim alanlarıyla ilgili olan.*
akkor	: *Işık saçacak beyazlığa varıncaya kadar ısıtılmış olan; nârıbeyza.*
akustik	: *Sesin üretimi, kontrolü, iletimi, algılanması ve etkilerini inceleyen bilim dalı.*
amortisör	: *Motorlu araçlarda sarsıntı, sallantı vb. hareketleri en aza indiren, yayların gereksiz hareketlerini gidermeye yarayan düzen.*
atletizm	: *Beden gücünü, çevikliği, yetenekleri geliştirmeye yarayan koşu, atlama, ağırlık kaldırma, atma vb. tek başına yapılan bireysel sporların genel adı.*
B	
bağlam	: *Herhangi bir olguda olaylar, durumlar, ilişkiler örgüsü veya bağlantısı; kontekst.*
benzeşim	: *Bazı ortak yönleri olan iki şey arasındaki benzeşme; analoji.*
buji	: *Patlamalı motorlarda yakıtı tutuşturmaya yarayan araç.*
buz hokeyi	: *Altışar kişilik iki takım arasında, buzla kaplı bir alanda, küçük, yassı, sert bir diski sopalarla vurup kaydırmaya dayanan bir tür oyun.*
C-Ç	
cirit	: *1. At koşturup birbirine değnek atarak takım hâlinde oynanan oyun; cirit oyunu, atlı cirit. 2. Bu oyunda atılan değnek.*
çark	: *Bir eksenin döndürdüğü tekerlek biçimindeki makine parçası.*
çıkarım	: *Belli önermelerin kabul edilen veya gerçek olan doğruluklarından, yanlışlıklarından, başka önermelerin kabul edilen veya gerçek olan doğruluklarını, yanlışlıklarını çıkarma; istidlal.*
D	
değişken	: *1. Değişik sayı değerleri alabilen nicelik. 2. Bir istatistik bütünün belli başlı niteliklerini daha basit ve kısa olarak gösterme olanağı veren ölçülebilir büyüklük; parametre.*
dikey eksen	: *İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde dikey koordinat değerlerinin, ordinatların, yer aldığı eksen; y ekseni.*
dimmer	: *Bir aydınlatma düzeninde lambaların parlaklığını değiştirmeye yarayan aygıt.*
E	
eğik düzlem	: *Bir cismi yükseğe çıkarmak için gerekli gücü ayarlamada kullanılan eğik, düz yüzey.*
elektrolit	: *1. Elektroliz işlemiyle çözülen madde. 2. Bir elektrolitten akım geçirildiğinde elektrotlarda meydana gelen kimyasal değişme.*
endüstri	: *Ham maddeleri işlemek, enerji kaynaklarını yaratmak için kullanılan yöntemlerin ve araçların bütünü; işleyim, uran, sanayi.*
evren	: *Gök varlıklarının bütünü; kâinat, cihan, âlem, kozmos.*
F	
fanus	: *Saat, mikroskop vb. araçları tozdan korumak için üzerlerine kapatılan, yarım küre biçiminde cam kap.*
floresan lamba	: *Yüzeyi parlak maddelerle kaplı, içi cıva buharı ile dolu cam tüpten oluşan lamba.*
G-Ğ	
genelleme	: *1. Genellemek işi. 2. Zihnin genel düşünceler üretmesi işlemi veya özelden genele geçiş; tamim.*
gerilim	: *Bir iletkenin uçları arasındaki gizil güç farkı; potansiyel farkı.*
güç kaynağı	: *Elektrik enerjisini depolayan ve akımın kesilmesi sırasında kullanılmasını sağlayan aygıt; enerji kaynağı.*
güneş paneli	: *Isınma veya suyu ısıtma amacıyla güneş ışığından yararlanmayı sağlayan araç.*
H	
heterojen	: *Birbirine benzemeyen yapı taşlarından oluşan veya yapısında farklı bileşenler bulunduran.*
hipotez	: *Deneylerle henüz yeter derecede doğrulanmamış ancak doğrulanacağı umulan teorik düşünce; faraziye, varsayım.*
I-İ	
iletken	: *Akım, ısı, ses vb.ni geçiren (madde); nâkil, yalıtkan karşıtı.*
ithafen	: *1. İthaf yoluyla. 2. İthaf etmek amacıyla.*
iz düşümü	: *İz düşümü düzlemi denilen bir düzlem üzerinde, bazı geometri kurallarına uyularak bir cismin gösterilmesi; irtisam, mürtesem.*
J	
jeotermal	: *Yer altında bulunduğu veya yer altından geçtiği için sıcaklığı yüksek olan.*
jet	: *Tepkili motorlarla çalışan, özel cihazların çıkardığı gazla basınç sağlanan, hızı çok olan uçak; tepkili uçak.*

K

kanyon : Genellikle yatay tabakalı arazilerde akarsu aşındırmasıyla oluşmuş basamaklı boğaz şeklinde dar vadi; dar boğaz, kapuz, klüz.

kesit : Bir şey enlemesine veya boylamasına kesildiğinde ortaya çıkan yüzey.

kırınım : Işık, ses ve radyoelektrik dalgalarının karşılaştığı bazı engelleri dolanarak geçmesi olayı; difraksiyon.

krank mili : Pistonun doğrusal hareketini dairesel dönme hareketine çeviren mil.

kronometre : Belirli bir işin, işlemin, yarışmanın veya teknik alanda belli bir işin kısa süresini ölçmek amacıyla kullanılan alet, süreölçer.

L-M

LED : İçinden elektrik akımı geçtiğinde ışık veren küçük, yarı iletken diyot.

makara : Ağır yüklerin kaldırılma ve indirilmesinde kullanılan, birbirine paralel iki veya daha çok tabla arasında dönen, kenarı çepeçevre oluklu tekerlek veya tekerleklerden oluşmuş mekanik alet.

maksimum : Değişebilen bir niceliğin varabileceği en yüksek olan (sınır); maksimal, azami.

minimum : Değişken bir niceliğin inebileceği en alt olan (sınır); minimal, asgari.

N

nanoparçacık : Büyüklüğü 1-100 nanometre arasında değişen, kütlelerine göre yüzey alanlarının daha fazla olması nedeniyle külçe malzemeden daha tepkin olan tanecik; nanotanecik.

nicelik : Bir şeyin sayılabilen, ölçülebilen veya azalıp çoğalabilen durumu, miktar.

nitelik : Bir şeyin nasıl olduğunu belirten, onu başka şeylerden ayıran özellik; vasıf, keyfiyet.

O-Ö

önerme : Bir savı öne süren veya bir durumu dile getiren cümle, belli bir yorumda belli bir doğruluk değeri kazanan düzgün deyim; cümlecik, kaziye.

özdeş : Her türlü nitelik bakımından eşit olan, aralarında fark bulunmayan, aynı.

P

parabol : Bir düzlemin odak denen sabit bir noktadan ve doğrultman denen sabit bir doğrudan eşit uzaklıktaki noktalarının geometrik yeri; yarı kübik.

paralimpik : Çeşitli dallarda bireysel veya takım hâlinde engelli sporcular tarafından oynanan (yarışma).

parkur : Binicilik, bisiklet, atletizm, yürüyüş, koşu vb. sporların yapıldığı özel yol.

R

radyoaktif : Alfa, beta veya gama ışınlarını yayma özelliği olan; ışın etkin.

reosta : Elektrik akımının şiddetini azaltıp çoğaltmaya yarayan araç; dimmer.

S-Ş

salınım : Düzenli olarak hep aynı konumlardan aynı hızla geçen bir nesnenin hareketi.

sarkaç : Durağan bir nokta çevresinde ağırlığının etkisiyle serbestçe salınım yapan cisim; rakkas, pandül.

simülasyon : Sanayi, bilim ve eğitimde gerçek olayları, işlemleri deney koşulları altında oluşturarak bu olayları inceleme ve araştırmaya yönelik çözümleme tekniği; öğrence.

sürdürülebilir : Aynı düzeyde veya biçimde devam edebilen.

süspansiyon : Bir otomobil şasisinin yayla sağlanmış esnekliği.

şematik : Şema biçiminde olan.

T

titreşim : Küçük ve hızlı salınım; ihtizaz, vibrasyon, rezonans.

tomografi : Bir organ veya organizma kesitinin röntgenle filmini çekme yöntemi.

türbin : Su, buhar, gaz gibi herhangi bir akışkanın hareket enerjisiyle ve birtakım özel düzenekler yardımıyla dönerek çalışan araç.

U-Ü

uzanım : 1. Yerden herhangi bir gezegene ve Güneş'e uzanan iki doğrultu arasındaki açı. 2. Titreşim durumunda bulunan bir noktanın, herhangi bir anda titreşim merkezinden uzaklığı.

üreteç : Herhangi bir mekanik enerjiyi elektrik akımına çeviren aygıt; elektrik üreteci, jeneratör, dinamo.

V

vantilatör : Sıcak ve durgun havayı dalgalandırarak esinti sağlayan veya böyle bir ortama temiz hava üfleyen alet; fan.

vakum : 1. Havası alınmış. 2. Basıncı düşürülmüş.

Y-Z

yalıtkan : Elektrik iletkenliği sıfır veya çok zayıf olan (cisim veya madde); yalıtıcı, izolatör, iletken karşıtı.

yatay eksen : İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde yatay koordinat değerlerinin, ordinatların, yer aldığı eksen; x ekseni.

yörünge : 1. Bir gök cisminin hareketi süresince izlediği yol; mahrek. 2. Hareketli bir noktanın izlediği veya çizdiği yol; mahrek.

zemberek : Saatlerin çeşitli parçalarını harekete geçiren bölüm; yay.

KAYNAKÇA

Beichner, R. J. ve Serway, R. A. (2012). *Fen ve mühendislik için fizik 1.* (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Beichner, R. J. ve Serway, R. A. (2011). *Fen ve mühendislik için fizik 2.* (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Çepni S., Ayas A., Johnson D., Turgut F. (1997). *Fizik öğretimi.* Ankara: YÖK Yayınları.

Giancoli, D. G.(2009). *Fen bilimleri ve mühendisleri için fizik.* (Prof. Dr. Gülsen Önengüt). Ankara: Akademi.

Griffiths, D. J. (1991). *Elektromagnetik teori.* (B. Karaoğlu, Çev.). İstanbul: Güven Yayınevi.

Halliday, D. ve Resnick, R. (1990). *Fiziğin temelleri.* (C. Yalçın, Çev.). Ankara: Arkadaş Yayınevi.

Hamper C., Mitchell E.(2023). *Physics for the IB Diploma*. Londra: Pearson.

Karaoğlu, B. (2020). *Üniversiteler için fizik* (Cilt 1,2). Ankara: Seçkin.

Komisyon (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaöğretim programları ortak metni*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.

Komisyon (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaöğretim fizik dersi öğretim programı*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.

Mazur, E. (2015). *Fizik ilkeler ve pratik* (Cilt1). (A. Verçin ve A.U. Yılmazer, Çev.). Ankara: Pearson.

Ozan, C. (2018). *Grup çalışması becerileri ölçeğinin Türkçeye uyarlanması*. Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi 51(3).

Özder Ö, (2020). *Kablosuz güç transferinde kullanılan bobin yapılarının incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir.

Şen, A.İ., Akdeniz A.R. (2017). *Fizik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

TDK *Türkçe sözlük*. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

TDK Y*azım kılavuzu*. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları

Tsokoz, T. A.(2014). *Physics for the IB Diploma*. İngiltere: Cambridge University Press.

Young, H. D. ve Freedman, R. A., (2017). *Üniversite fiziği* (Cilt 1, 2). (A. T. Hilmi Ünlü, Çev.). İstanbul: Pearson.

NOT: Kaynakça APA 6 formatına göre hazırlanmıştır.

Cevap anahtarına ulaşmak için karekodu kullanınız.

Görsel, genel ağ ve e-içerik kaynakçasına ulaşmak için karekodu kullanınız.

TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI
BAŞKENT Ankara
İL MERKEZİ Elâzığ
GÖL
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
0 50 100 200 300 400 km
Harita Genel Müdürlüğü tarafından üretilmiştir.
KARA DENİZ
AKDENİZ
EGE DENİZİ
HAZAR DENİZİ
MARMARA DENİZİ
ROMANYA
UKRAYNA
RUSYA FEDERASYONU
BULGARİSTAN
YUNANİSTAN
GÜRCİSTAN
ERMENİSTAN
AZERBAYCAN
İRAN
SURİYE
IRAK
LİBYA
MISIR
İSRAİL
LÜBNAN
FİLİSTİN Batı Şeria
FİLİSTİN Gazze Şeridi
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
ACARA Ö.C.
NAHÇIVAN Ö.C. (AZERBAYCAN)
Bükreş
Sofya
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
İstanbul
Kocaeli
Yalova
Sakarya
Düzce
Bolu
Bartın
Zonguldak
Karabük
Kastamonu
Sinop
Samsun
Amasya
Çorum
Tokat
Ordu
Giresun
Trabzon
Rize
Artvin
Ardahan
Kars
Erivan
Tiflis
Gümüşhane
Bayburt
Erzurum
Iğdır
Ağrı
Erzincan
Sivas
Yozgat
Ankara
Kırıkkale
Kırşehir
Çankırı
Bilecik
Eskişehir
Bursa
Çanakkale
Gökçeada
Bozcaada
Balıkesir
Kütahya
Afyonkarahisar
Manisa
İzmir
Uşak
Aydın
Denizli
Burdur
Isparta
Muğla
Antalya
Konya
Aksaray
Nevşehir
Niğde
Kayseri
Karaman
Mersin
Adana
Osmaniye
Kahramanmaraş
Gaziantep
Kilis
Hatay
Şanlıurfa
Adıyaman
Malatya
Elâzığ
Tunceli
Bingöl
Muş
Van
Bitlis
Siirt
Batman
Diyarbakır
Mardin
Şırnak
Hakkâri
Tuz Gölü
Van Gölü
Urumiye Gölü
Beyrut
Şam
Tel Aviv
Doğu Kudüs
Bağdat
Atina
25°D
30°D
35°D
40°D
45°D
50°D
40°K
35°K

TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1.000 1.500 2.000 km
TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞISTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE İSV
KARADAĞ KRD
KOSOVA KSV
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SRB
TÜRKİYE
KAZAKİSTAN
RUSYA FEDERASYONU
ÖZBEKİSTAN
TÜRKMENİSTAN
KIRGIZİSTAN
TACİKİSTAN
AFGANİSTAN
İRAN
İRAK
SURİYE
PAKİSTAN
HİNDİSTAN
ÇİN HALK CUMHURİYETİ
MOĞOLİSTAN
SAHA (YAKUTİ) C.
TUVA C.
SİNCAN UYGUR ÖZERK BÖLGESİ
Norveç Denizi
Barents Denizi
Kara Denizi
Ohotsk Denizi
Bering Denizi
Akdeniz
Karadeniz
Hazar Denizi
Umman Denizi
Yemen Denizi
Kızıldeniz